



SKRIPSI – ME141501

**ANALISA PENAMBAHAN SERAT BAMBU PADA KOTAK
PENDINGIN IKAN DENGAN BAHAN INSULASI SEKAM PADI**

Yuniar Nurrensa Hadi Etwina
NRP 04211440000040

Dosen Pembimbing

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

Ede Mehta Wardhana ST., MT.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

SKRIPSI - ME 141501

ANALISA PENAMBAHAN SERAT BAMBU PADA KOTAK PENDINGIN IKAN DENGAN BAHAN INSULASI SEKAM PADI

Yuniar Nurrensa Hadi Etwina
NRP 04211440000040

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc

Ede Mehta Wardhana ST., MT

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

SKRIPSI - ME 141501

**ANALYSIS OF ADDITION OF BAMBOO FIBER IN COOLBOX USING
INSTALATION ON RICE HUSK**

**Yuniar Nurrensa Hadi Etwina
NRP 04211440000040**

**Supervisors
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Ede Mehta Wardhana ST., MT**

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2018**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENAMBAHAN SERAT BAMBU PADA KOTAK PENDINGIN IKAN DENGAN BAHAN INSULASI SEKAM PADI

TUGAS AKHIR

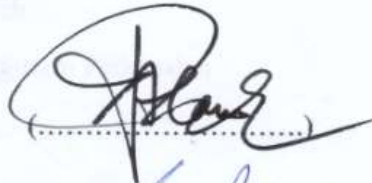
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine, Machinery And System*
Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

YUNIAR NURRENSA HADI ETWINA
NRP. 04211440000040

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

1. **Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.**
NIP. 1968 0129 1992 03 1001



(.....)

2. **Ede Mehta Wardhana ST., MT.**
NIP. 1992 2017 11048



(.....)

SURABAYA,

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENAMBAHAN SERAT BAMBU PADA KOTAK PENDINGIN IKAN DENGAN BAHAN INSULASI SEKAM PADI

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine, Machinery And System*
Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

YUNiar NURRENSA HADI ETWINA
NRP. 04211440000040

Disetujui Oleh

Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.

NIP. 197708022008011007

SURABAYA,

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

ANALISA PENAMBAHAN SERAT BAMBUR PADA KOTAK PENDINGIN IKAN DENGAN BAHAN INSULASI SEKAM PADI

Nama : Yuniar Nurrensa Hadi Etwina
NRP : 04211440000040
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
DosenPembimbing 1 : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
DosenPembimbing 2 : Ede Mehta Wardhana ST., MT.

ABSTRAK

Jumlah konsumsi ikan Indonesia semakin meningkat pertahunnya. Untuk membentuk sumber daya manusia yang berkualitas diperlukan gizi yang baik untuk pertumbuhan. Konsumsi ikan bermutu sangat baik untuk proses pertumbuhan. Mutu ikan adalah faktor penting dan menentukan harga jual ikan yang tinggi di pasaran. Dalam mencapai hal itu maka diperlukan penanganan yang tepat dalam proses pendinginan ikan sebelum dijual. Untuk menjaga kesegaran ikan, nelayan biasanya menggunakan coolbox yang berbahan dasar Styrofoam sebagai isolasinya. Pada penelitian ini memodifikasi coolbox menggunakan sekam padi ditambahkan serat bambu yang dijadikan sebagai insulasi pada coolbox. Dengan menggunakan limbah sekam padi dan serbuk gergajian dari bambu (serat bambu) yang telah kering serta dilakukan percobaan mengenai komposisi yang tepat untuk pembuatan insulasi, maka dihasilkan berbagai macam variasi insulasi dengan 2 perekat yang berbeda yaitu Resin dan polyurethane. Hasil pengujian massa jenis dan konduktivitas termal, juga meninjau dari segi kudahan dalam pembuatan terhadap berbagai macam variasi insulasi menunjukkan bahwa insulasi dengan kandungan 70 gram sekam padi; 30gram serat bambu; dan 70 gram perekat Resin merupakan insulasi terbaik yang akan digunakan dalam coolbox, yaitu dengan konduktivitas termal 0,72 W/mK dan massa jenis 0,41 gr/cm³. Percobaan terhadap *coolbox* dilakukan selama 24 jam dengan pengambilan data sebanyak 48 kali. Digunakan cacahan es dengan massa 2,5 kilogram dan ikan tongkol dengan massa 500 gram. Hasil percobaan menunjukkan temperatur minimum yang dapat dicapai coolbox adalah 2,8°C di bawah permukaan es basah. Pada badan ikan, suhu terendah yang dapat dicapai adalah 2,9°C. Sedangkan pada ruang *coolbox*, suhu terendah adalah 21,5 °C. Hasil juga menunjukkan *coolbox* dengan insulasi sekam padi dan serat bambu mampu mengawetkan ikan selama 13 jam, dengan perbandingan berat antara ikan dengan es basah sebesar 1:5.

Kata kunci : Teknologi Insulasi, Coolbox, Sekam Padi dan Serat Bambu, dan Pendinginan Ikan

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

ANALYSIS OF ADDITION OF BAMBOO FIBER IN COOLBOX USING INSTALATION ON RICE HUSK

Student Name : Yuniar Nurrensa Hadi Etwina
NRP : 04211440000040
Department : Marine Engineering
Supervisor 1 : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Supervisor 2 : Ede Mehta Wardhana ST., MT.

ABSTRACT

The number of Indonesian fish consumption is increasing annually. To establish qualified human resources needed good nutrition for growth. Consumption of excellent quality fish for growth process. The quality of fish is an important factor and determines the high selling price of fish in the market. In achieving that it will require proper handling in the process of cooling the fish before it is sold. To maintain freshness of fish, fishermen usually use Styrofoam-based coolbox as its isolation. In this study modify coolbox using rice husk added bamboo fiber which serve as insulation on coolbox. Using the waste of rice husks and sawdust from dried bamboo (bamboo fiber) and experiments on the right composition for the manufacture of insulation, a variety of insulation variations with 2 different adhesives are resin and polyurethane. The results of thermal mass type and thermal conductivity tests, also in terms of kebut in the manufacture of various insulation variations showed that insulation with 70 grams of rice husk; 30gram bamboo fiber; and 70 grams of adhesive Resin is the best insulation to be used in coolbox, that is with 0.72 W / mK thermal conductivity and density of 0.41 gr / cm³. The experiment on coolbox is done for 24 hours with the data taking 48 times. Used ice cubes with a mass of 2.5 kilograms and a tuna fish mass of 500 grams. The experimental results show the minimum temperature that the coolbox can achieve is 2.8 ° C below the surface of the wet ice At the fish body, the lowest temperature that can be reached is 2.9 ° C. While in the coolbox room, the lowest temperature is 21.5 ° C. The results also show coolbox with rice husk insulation and bamboo fiber able to preserve fish for 13 hours, with weight ratio between fish with wet ice of 1: 5.

Keywords: Insulation Technology, Coolbox, Rice Husk and Bamboo Fiber, and Fish Refrigeration

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena Rahmat dan KaruniaNya-lah Penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan tepat pada waktunya

Selama proses penulisan dan penyelesaian tugas akhir ini, penulis banyak memperoleh bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan dan dorongan dari pihak lain rasanya sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ayah, Ibu, dan Adik yang selalu memberi dukungan, motivasi, dan saran membangun dalam melewati masa perkuliahan.
2. Bapak Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.selaku dosen pembimbing 1 yang selalu memberi bimbingan,nasihat, dan motivasi dalam pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Ede Mehta Wardhana ST., MT. selaku dosen pembimbing 2 yang selalu memberi arahan dan motivasi dalam pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Eng Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.selaku kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan
5. Bapak Ir. Agoes Santoso, M.Sc. selaku kepala Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem yang telah memberikan tempat dalam pengerjaan tugas akhir.
6. Staff Tata Usaha Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah membantu dalam mempermudah perizinan untuk tugas akhir ini.
7. Rekan-rekan *Coolbox*, Puteri, Iqbal, Azis, dan Denny yang telah memberi banyak bantuan dan menjadi tempat berbagi dalam pengerjaan tugas akhir ini.
8. Rekan-Rekan MMS dan MPP yang selalu menjadi penghibur dan pendukung dalam pengerjaan tugas akhir
9. Mercusuar 14 yang selalu memberi masukan dan dukungan selama masa perkuliahan serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaah. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat di harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. akhirnya penulis berharap semoga apa yang telah penulis selesaikan ini bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 16 Juli 2018

Penulis

“HalamanIniSengajaDikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang Masalah	1
I.2 Rumusan Permasalahan	2
I.3 Batasan Masalah	2
I.4 Tujuan	2
I.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1. Teknik Penanganan Ikan Diatas Kapal	5
II.2. <i>Coolbox</i>	5
II.3. Teknologi Insulasi.....	6
II.4. Pengukuran Penerimaan Panas	7
II.5. Sekam Padi.....	10
II.6. Bambu	11
II.7. Studi Hasil Penelitian Sebelumnya	12
II.8. Polyurethane	16
II.9. Perpindahan Panas	19
BAB III METODOLOGI	21
III.1.Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	21
III.2.Tahap Pengerjaan Skripsi	22
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	27

IV.1.Pembuatan Spesimen Uji	27
IV.1.1.Pembuatan Spesimen Untuk Pengujian Massa Jenis dan Konduktifitas Termal	27
IV.2.Hasil Pengujian Spesimen	29
IV.2.1Hasil Pengujian Massa Jenis Spesimen.....	29
IV.2.2Hasil Pengujian Konduktivitas Termal Spesimen.....	32
IV.3.Hasil Pembuatan Kotak Pendingin	38
IV.4.Hasil Eksperimen	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
V.1. Kesimpulan	49
V.2. Saran	49
 DAFTAR PUSTAKA	 51
LAMPIRAN.....	53
BIODATA PENULIS.....	658

DAFTAR GAMBAR

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Konduktivitas Beberapa Bahan	6
Tabel 2.1. Komposisi Kimia Sekam Padi	14
Tabel 4.1. Massa Jenis Spesimen dengan perekat resin	30
Tabel 4.2. Massa Jenis Spesimen dengan perekat PU	30
Tabel 4.3. Hasil Percobaan Perpindahan Panas pada Spesimen	32
Tabel 4.4. Konduktivitas Termal Tembaga	35
Tabel 4.5. Konduktivitas Termal Spesimen dengan perekat resin	36
Tabel 4.6. Konduktivitas Termal Spesimen dengan perekat PU	36
Tabel 4.7. Karakteristik Fisik Dari Coolbox Dengan Insulasi Sekam Padi dan Serat Bambu.....	38
Tabel 4.8. Perubahan Temperatur pada Kotak Pendingin Berinsulasi Styrofoam.....	43
Tabel 4.9. Perubahan Temperatur pada Kotak Pendingin Berinsulasi Campuran Sekam Padi dan Serat Bambu	40

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki sumber daya bidang kelautan yang melimpah. Salah satu sumber daya bidang kelautan yang utama adalah bidang perikanan. Ikan memiliki sumber protein yang tinggi dan nilai gizi yang tinggi yang diperlukan oleh setiap orang. Sebagai sumber makanan yang memiliki nilai gizi bagi manusia maka kualitas ikan harus menjadi hal nomor satu. Ikan laut ditangkap oleh nelayan yang kemudian disimpan di ruang muat kapal selama sehari-hari sampai kapal sandar didaratan. Tingginya nilai protein pada ikan membuat ikan akan cepat untuk mengalami pembusukan, apabila tidak ditangani segera maka ikan akan mengalami pembusukan 6-7 jam setelah penangkapan ikan (Sondana, 2013).

Keadaan didalam ruang muat ikan sangat berpengaruh terhadap kualitas ikan dan berimbas kepada pendapatan dari nelayan karena hanya ikan yang berkualitas baiklah yang memiliki harga tinggi dan ikan yang memiliki kualitas rendah memiliki harga rendah namun tidak dipungkiri juga jika keadaan ikan yang sudah busuk maka ikan itu juga akan dibuang.

Ada tiga cara dalam mempertahankan kesegaran ikan yaitu dengan es (pengesan), dengan udara dingin (refrigerasi), dan dengan air dingin (*chiller*) (Ilyas, 1983). Cara umum yang dilakukan oleh nelayan, terutama nelayan tradisional adalah dengan menggunakan es yang berjenis es basah atau yang biasa dikenal dengan es balok. Namun pendinginan dengan menggunakan media ini memiliki banyak kelemahan dimana es basah memiliki berat yang bisa mengurangi muatan ikan di kapal dan es basah juga cepat mencair. Selain dengan media pendinginan saja nelayan juga menambahkan garam ke es basah dan ikan untuk mengawetkan ikan lebih lama namun cara ini juga dapat mengubah rasa dari ikan yang telah ditangkap menjadi lebih asin (Asy'ari Aziz, 2012). Cara lain yang dapat digunakan adalah menggabungkan antara es basah dengan es kering. Es kering disini adalah CO₂ yang dipadatkan. Es kering disini berfungsi sebagai pendingin sistem diruang muat kapal ikan dimana es kering juga akan mendinginkan es basah yang menjadi pendingin ikan. Es kering memiliki suhu yang lebih rendah dari es basah yaitu -78.5°C (-109.3°F) pada tekanan atmosfer. Es kering juga berkualitas tinggi dengan kemurnian 99,98 %, tidak berbau, tidak mengandung alkohol dan mempunyai tingkat kesusutan yang rendah (Semin et al., 2011).

Penggunaan insulasi pada kotak penyimpanan ikan bisa mempertahankan dingin selama 75 jam dengan suhu terbaik sebesar -20°C -50°C dimana hasil penelitian ini lebih baik dari penelitian sebelumnya. Insulasi yang dipakai disini adalah menggunakan Insulasi menggunakan Freon (Putra, 2014). Sehingga dari hasil penelitiannya dapat dikatakan bahwa dengan adanya insulasi dengan Freon berpengaruh terhadap waktu dan suhu pendinginan.

Inovasi yang dapat dilakukan peneliti adalah dengan pemanfaatan insulasi menggunakan sekam padi ditambahkan dengan serat bambu. Saat ini sekam padi masih belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat. Sekam padi memiliki kemampuan sebagai isolator panas salah satu diantaranya adalah sebagai pengawetan es terhadap lingkungan, agar panas dari lingkungan tidak masuk kedalam es, yang dapat membuat es cepat mencair (Arbintarso, 2008). Sehingga diharapkan dengan ditambahkan insulasi ini pada sistem pendingin bisa menambah waktu pendinginan diruang muat. dingin sehingga ikan akan memiliki kualitas yang bagus dan memiliki nilai jual yang tinggi.

Penelitian pada skripsi ini bertujuan untuk analisa pengaruh penambahan serat bambu pada kotak pendingin ikan menggunakan insulasi sekam padi. Dari penggunaan insulasi ini diharapkan nelayanmendapatkan hasil tangkap yang maksimal dan mampu mempertahankan temperatur tetap dingin sehingga ikan akan memiliki kualitas yang bagus dan memiliki nilai jual yang tinggi.

1.2. Rumusan Permasalahan

1. Bagaimana pengaruh penambahan serat bambu pada kotak pendingin ikan menggunakan insulasi sekam padi ?
2. Apakah *coolbox* dengan insulasi menggunakan sekam padi ditambahkan serat bambu bisa mengawetkan ikan lebih lama ?
3. Berapa suhu terendah yang dapat dicapai *coolbox* dengan insulasi dari campuran sekam padi dan serat bambu selama pendinginan?

1.3. Batasan Masalah

1. Alat pendingin merupakan *coolbox* yang dimodifikasi dengan metode insulasi dan disesuaikan dengan kondisi kapal nelayan tradisional serta percobaan dilakukan di laboratorium.
2. Penerapan insulasi menggunakan sekam padi ditambahkan serat bambu hanya pada *coolbox* yang berisi es basah.
3. Dalam penelitian ini hanya menentukan nilai massa jenis dan konduktifitas termal.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Merancang suatu prototype sistem pendingin alternatif menggunakan insulasi sekam padi ditambahkan serat bambu.
2. Mengetahui seberapa optimal sistem pendingin dengan pengaruh insulasi sekam padi ditambahkan serat bambu terhadap temperature dan waktu pendinginan di ruang penyimpanan ikan.
3. Membandingkan performansi desain *coolbox* dengan insulasi campuran sekam padi dan serat bambu dengan *coolbox* dengan insulasi sekam padi.

1.5. Manfaat

Mengetahui tingkat optimal sistem pendingin dengan insulasi menggunakan campuran sekam padi ditambahkan serat bambu.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Teknik Penanganan Ikan Diatas Kapal

Penanganan ikan di atas kapal harus baik dan benar agar di peroleh hasil yang maksimal dan layak untuk dikonsumsi. Baik atau buruknya penanganan ikan di atas kapal dapat di pengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya alat penanganan, media pendingin, teknik penanganan, dan keterampilan pekerja. Pemakaian alat-alat penanganan yang lengkap dan baik dalam artian dapat memperkecil kerusakan fisik, kimia, mikrobiologi dan biokimia akan memberikan hasil yang maksimal. Media pendingin yang memberikan hasil yang baik adalah media pendingin yang dapat memperlambat proses biokimia dan pertumbuhan mikroba dalam daging ikan.

Teknik yang umum digunakan dalam pendinginan ikan di atas kapal nelayan yaitu dengan es batu yang dimasukkan dalam sebuah kotak pendingin. Sedangkan pada kapal ikan nelayan modern sudah menggunakan *cold storage* dimana alat ini digunakan untuk optimalisasi hasil ikan tangkapan nelayan.

II.2 Coolbox

Kegiatan penangkapan ikan saat ini cukup menggeliat. Peningkatan kegiatan penangkapan ikan ini akan berpengaruh pada daerah penangkapan ikan. Semakin jauh daerah penangkapan ikan maka akan mempengaruhi lama trip dalam menangkap ikan. Hal ini akan mempengaruhi kapal – kapal nelayan yang tidak mempunyai palka berinsulasi karena penanganan ikan diatas kapal akan berkurang dan mempengaruhi mutu ikan.

Nilai jual ikan tergantung pada kualitas ikan tangkapan. Semakin bagus kualitas ikan tangkapan maka akan semakin tinggi pula harga ikan tersebut. Hanya ikan yang bermutu bagus dan segar akan memiliki nilai jual tinggi. Oleh karena itu, cara penyimpanan ikan harus benar dan tempat penyimpanan ikan memiliki insulasi yang bagus. Penggunaan tempat penyimpanan ikan berpendingin yang biasanya disebut *coolbox*. Dapat dimanfaatkan oleh para nelayan untuk menjaga mutu ikan. Pada *Coolbox* yang memiliki insulasi yang bagus, banyak manfaat yang dimiliki yaitu diantaranya ;

- a. Menghemat pemakaian es
- b. Mengurangi resiko pembusukan
- c. Memperluas daerah penangkapan
- d. Memperluas jangkauan pemasaran
- e. Mengurangi penyusutan hasil tangkapan

- f. Meningkatkan pendapatan nelayan
- g. Menunda waktu jual sehingga mendapatkan harga yang pantas

Berdasarkan manfaat diatas coolbox dengan insulasi yang baik sangat dibutuhkan.

II.3 Palka Berinsulasi



Gambar 2.1 Kapal Ikan Tradisional

Palka adalah suatu ruangan yang terdapat dalam kapal untuk menyimpan ikan hasil tangkapan selama beroperasi. Ukuran palka disesuaikan dengan kemampuan kapal beroperasi dan menangkap ikan.

Berdasarkan kelayakan usaha, keuntungan yang besar dari suatu operasi penangkapan adalah suatu hal yang sangat diharapkan oleh semua nelayan. Keuntungan yang besar ini dapat diperoleh tidak hanya dengan memperbanyak hasil tangkapan, tetapi juga dengan memaksimalkan usaha mempertahankan tingkat kesegaran ikan tersebut sampai dijual. Hal ini dimaksudkan agar diperoleh harga jual yang tinggi per satuan berat ikan.

Persyaratan palka di bagi menjadi 4 bagian :

1. Persyaratan teknis, yang harus dipenuhi oleh palka adalah mampu meminimalkan pengaruh panas yang masuk ke dalam palka. Panas yang masuk ke dalam palka akan memperbesar beban pendinginan. Akibatnya, penurunan suhu tubuh ikan menjadi lebih lama dan usaha menstabilkan suhu ruang penyimpanan juga menjadi terganggu karena adanya fluktuasi.

2. Persyaratan ekonomis, ukuran ruang palka jangan terlalu luas, tetapi juga jangan terlalu sempit. Luas palka harus disesuaikan dengan kemampuan kapal dalam beroperasi dan menangkap ikan. Ruang yang terlalu luas dan tidak sesuai dengan hasil tangkapan yang diperoleh akan menyebabkan banyak ruang yang kosong tidak terisi. Semakin luas ruang palka maka panas yang harus juga semakin besar sehingga media pendingin yang diperlukan lebih banyak. Dengan demikian, biaya pendinginan menjadi lebih besar.
3. Persyaratan sanitasi dan higienis, palka ikan harus memiliki sistem sanitasi dan higienis yang baik. Maksudnya, palka dapat dengan mudah dibersihkan, baik sebelum, maupun sesudah penyimpanan ikan dilakukan. Palka yang kotor dapat menjadi sumber bersarangnya bakteri dan mikroorganisme lain. Sementara ikan merupakan bahan pangan yang sangat mudah terkontaminasi, terutama oleh bakteri. Oleh karena itu, permukaan palka yang mungkin bersinggungan langsung dengan ikan harus dibuat dari bahan-bahan yang kedap air, mudah dibersihkan, dan mempunyai permukaan yang halus.
4. Persyaratan biologis, palka harus dibuat dengan drainase yang baik untuk mengeluarkan air lelehan es, lendir, dan darah yang mungkin yang terkumpul di dasar palka. Selama penyimpanan dalam palka, es yang digunakan dalam penanganan ikan akan mencair dan air lelehan ini akan melarutkan kotoran-kotoran dan darah ikan. Air lelehan tersebut, jika tidak dikeluarkan, akan menggenangi dasar palka dan menjadi sumber pencemaran yang serius karena dalam air tersebut banyak mengandung bakteri.

Palka yang paling digunakan pada kapal alat tangkap *purse seine* adalah palka yang diisolasi. Pemakaian palka yang diisolasi ini dimaksudkan untuk menekan sekecil mungkin penggunaan es. Dengan menghemat penggunaan es maka diperoleh beberapa keuntungan antara lain :

1. Pengurangan beban pengangkutan kapal ke tempat penangkapan.
2. Pemanfaatan banyak ruang untuk keperluan lain.
3. Pengurangan biaya pendinginan

Palka berinsulasi adalah tempat/wadah yang dibuat dengan lapisan kedap yang dapat menghambat laju perpindahan panas untuk menjaga suhu didalam wadah/tempat yang bersifat tetap (*fixed*) ataupun dapat dipindahkan (*portable*) dari dan ke kapal perikanan yang bertujuan untuk mempertahankan kualitas hasil tangkapan.

Manfaat penggunaan palka berinsulasi adalah:

1. Menghemat sistem pendingin es dan daya awet ikan menjadi lebih lama.
2. Meningkatkan harga jual ikan karena mutunya dapat dipertahankan dan lebih terjamin.
3. Waktu penangkapan lebih lama.

4. Memperkecil tingkat kerusakan hasil tangkapan.
5. Memperluas jaringan pemasaran (termasuk ekspor) dan dapat meningkatkan pendapatan nelayan.

II.3 Teknologi Insulasi

Panas merupakan energi yang berpindah karena perbedaan suhu. Panas berpindah dari suhu yang tinggi ke suhu yang rendah. Selain suhu berubah, atau dengan kata lain berubah fasa, panas ini nantinya akan merambat pada daerah lain. Hal ini disebut sebagai perpindahan panas. Cara perpindahan panas terdiri dari konduksi, konveksi, dan radiasi. Pendinginan suatu benda tidak akan banyak berarti apabila panas tidak diupayakan untuk dicegah. Isolasi panas merupakan cara yang efisien di dalam pendinginan untuk mengurangi panas yang akan kembali. Jadi fungsi isolasi adalah menghambat arus panas ke dalam ruangan yang diinginkan, dengan demikian ruangan tersebut akan cepat turun temperaturnya ke arah temperatur operasi yang diinginkan, sehingga akan lebih efisien usaha penyimpanan produk yang diinginkan.

Penggunaan isolasi dalam ruangan agar sesuai dengan yang dikehendaki, maka sifat-sifat isolasi yang baik adalah:

- a. Konduktivitas termal rendah
- b. Penyerapan uap air dan permeabilitas terhadap air rendah
- c. Pemindahan uap air rendah dan awet walaupun basah
- d. Tahan terhadap penyebab kebusukan, kerusakan lapuk dan kapang
- e. Sifat-sifat mekanik yang dimiliki cukup baik
- f. Tahan terhadap bahan-bahan kimia
- g. Tidak membahayakan kesehatan, tidak berbau dan mudah ditangani dan murah untuk didapatkan.

Konduktivitas beberapa bahan insulasi alternative dari berbagai penelitian yang telah dilakukan adalah:

Tabel 2.1 Konduktivitas beberapa bahan(Nasution, 2014)

No	Material	Density (kg/m ³)	Konduktivitas termal (W/m°C)
1	Wood soft	350 - 740	0.11 - 0.16
2	Wood hard	370 - 1100	0.11 – 0.255
3	Plywood	530	0.14
4	Aluminum alloy	2740	221
5	Mild steel	7800	45.3
6	Fiberglass reinforce plastic	64 - 144	0.036
7	High tensile polyethylene		0.5

No	Material	Density (kg/m ³)	Konduktivitas termal (W/m°C)
8	Kulit baja kapal		0.72
9	Rongga udara		0.107
10	Styrofoam		0.3
11	Plester beton		0.72
12	Jenis kayu		0.15
13	Serat material		0.039
14	Lempengan gabus		0.043
15	Polystyrene		0.03
16	Polyurethane		0.025
17	Plaster aspal gips		0.056
18	Udara diam		0.103
19	Serut gergajian		0.065
20	Tebu		0.046
21	Sekam polyurethane (72% + 28%)		0.029

II.4 Pengukuran Penerimaan Panas

Indikator utama dalam menentukan kualitas bahan insulasi adalah melakukan pengukuran konduktivitas termal dengan menggunakan peralatan pengukuran suhu. Termasuk konduktivitas termal efektif pada variasi kerapatan serat alami. Penggunaan bahan penyekat panas yang baik dan lebih ekonomis ditunjukkan dengan variasi kerapatan bahan yang optimum pada konduktivitas termal minimum. (Nasution, 2014). Ini dilakukan dengan pengukuran properties fisik dan variasi konduktivitas termal.

Kelayakan serat sebagai komposit alternative insulator panas harus dilakukan pengukuran konduktivitas. Sifat isolasi termal komposit dilakukan pengukuran sesuai dengan ASTM C518 dengan konduktivitas yang diukur pada kondisi steady state one dimensional.

Pada suhu rata – rata berkisar 15.6° C sampai 32° C, nilai konduktivitas termal berada dalam kisaran 0.02 W/mK sampai 0.06 W/mK yang biasanya digunakan untuk isolasi termal. Pengukuran konduktivitas termal pada specimen menurut ASTM C 1045 dihitung dengan formula:

$$\lambda = Q \cdot L / A (T_h - T_c) = \dots \text{W}/(\text{m}^\circ\text{C}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

Q = Daya rata – rata pemanas (Watt)

T_h = Temperatur permukaan plat panas ($^{\circ}\text{C}$)

T_c = Temperatur permukaan plat dingin ($^{\circ}\text{C}$)

A = Luasan specimen (m^2)

L = Ketebalan specimen (m)

Sifat termal isolasi komposit serbuk kayu diukur dengan metode pengujian ASTM C518 *steady-state thermal transmission properties by means of the heat flow meter*. Perpindahan kalor didefinisikan sebagai berpindahnya energy dari suatu sistem ke sistem yang lain akibat adanya perbedaan temperature antara kedua sistem tersebut. Besarnya kalor yang diterima dengan cara konduksi dalam suatu bahan (Q) adalah:

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta T / x, (\text{Watt}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

k = konduktivitas termal bahan ($\text{W}/\text{cm}^{\circ}\text{C}$), yaitu sifat bahan yang menunjukkan jumlah kalor yang dapat mengalir melintasi satu satuan luas bahan.

A = luas penampang bahan (cm^2), yaitu area yang dilewati oleh kalor yang harus diukur tegak lurus dengan arah aliran kalor.

$\Delta T / x$ = adalah perbandingan perubahan suhu per satuan jarak ($^{\circ}\text{C}/\text{cm}$) pada penampang bahan, yaitu laju perubahan suhu T terhadap jarak x dalam arah aliran kalor.

Jika diaplikasikan ke sistem dalam palka (ruangan) seperti kapal, maka A adalah luas permukaan total dari palka kapal, x adalah tebal dari bahan penyekat panas palka, ΔT adalah beda temperature antara temperature dalam palka dan temperature sekitarnya, sedangkan k adalah tetapan konduktivitas panas dari bahan penyekat.

Menurut Nasution, 2014. Kalor yang dilepaskan saat es mencair didalam peti berinsulasi dengan laju perpindahan kalor:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T \dots\dots\dots (3)$$

Dan :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = m \cdot \frac{L}{\Delta T}$$

$$Q = \frac{\Delta T}{R_{\text{total}}}$$

$$U = \frac{1}{R_{\text{total}}} \quad (\text{W}/\text{m}^2\text{C})$$

$$U = \frac{1}{\left(\frac{1}{h_1} \cdot A\right) + \left(\frac{x_1}{k_1} \cdot A_1\right) + \left(\frac{x_2}{k_2} \cdot A_2\right) + \left(\frac{1}{h_2} \cdot A_2\right)}$$

Dimana:

Q = Laju perpindahan panas (kkJ)

c = Kalor spesifik es = 0.53 cal/kg °C dan air 1 cal/kg °C

h_1 = Di dalam palka berinsulasi = 20 W/m²°C

h_2 = Air dingin didalam palka = 5 W/m²°C

2.4.1 ASTM C 518 - 98

Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus.

Metode pengujian ini mencakup pengukuran steady statetransmisi termal melalui spesimen rata menggunakan panas yang mengalir. Metode pengujian ini berlaku untuk pengukuran transmisi termal melalui berbagai sifat spesimen dan kondisi lingkungan. Metode ini digunakan pada kondisi kamar dari 10 sampai 40 °C dengan ketebalan hingga sekitar 250 mm, dan dengan suhu plat dari -195 °C sampai 540 °C (ASTM C 518, 1998).

1. Spesimen Uji

Satu atau dua potong spesimen dapat digunakan, tergantung pada konfigurasi yang dipilih untuk ujian. Di mana dua potong yang digunakan, mereka harus dipilih dari bahan yang sama untuk menjadi dasarnya dan identik dalam konstruksi, ketebalan, dan kepadatan.

2. Pemilihan spesimen

Spesimen harus dari ukuran seperti atau yang dapat untuk menutupi permukaan plat dan berupa ketebalan yang sebenarnya untuk diterapkan dalam penggunaan atau ketebalan yang cukup untuk memberikan representasi rata-rata sebenarnya dari material yang akan diuji. Jika materi yang memadai tidak tersedia, spesimen harus setidaknya menutupi area metering, dan sisanya dari permukaan plat harus ditutupi dengan penutup dengan termal konduktivitas semirip mungkin dengan yang ada pada spesimen.

3. Kondisi spesimen

Rincian dari pemilihan spesimen diberikan dalam materi spesifikasi. Di mana spesifikasi tersebut tidak diberikan, persiapan spesimen harus dilakukan sesuai dengan persyaratan bahwa bahan tidak akan terkena suhu yang akan mengubah spesimen secara ireversibel. Biasanya, spesifikasi bahan untuk spesimen pada 22 °C (72 °F) dan 50% R.H. Untuk jangka waktu sampai kurang dari perubahan massa 1% diamati selama periode 24 jam. Untuk beberapa bahan, seperti selulosa, waktu jauh lebih lama mungkin diperlukan untuk pengkondisian dan pengujian.

4. Perbedaan Temperatur

Untuk tes apapun, membuat perbedaan suhu seluruh spesimen tidak kurang dari 10 Kelvin. Untuk spesimen yang diharapkan memiliki daya tahan panas yang besar, perbedaan suhu lebih besar dalam spesimen dianjurkan (Lihat Practice C1058 untuk pemilihan piring suhu). Perbedaan suhu yang sebenarnya atau gradien adalah spesifikasi terbaik yang ditentukan dalam spesifikasi bahan atau dengan kesepakatan pihak yang bersangkutan.

2.4.2 ASTM C 1045 – 97

Standard Practice for Calculating Thermal Transmission Properties Under Steady - State Conditions.

Definisi dan terminologi ini dimaksudkan untuk mengacu dengan terminologi C168. Menurut ASTM C 1045, 1997. Konduktivitas thermal untuk kondisi rectangular, λ , dapat dikalkulasikan dengan:

$$\lambda = Q \cdot L / A (T_h - T_c) = \dots W/(m^{\circ}C) \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

Q = Daya rata – rata pemanas (Watt)

T_h = Temperatur permukaan plat panas ($^{\circ}C$)

T_c = Temperatur permukaan plat dingin ($^{\circ}C$)

A = Luasan specimen (m^2)

L = Ketebalan specimen (m)

II.5 Sekam Padi



Gambar 2.2 Padi



Gambar 2.3 Sekam Padi

Sekam padi adalah bagian dari bulir padi-padian (*serealia*) berupa lembaran yang kering, bersisik, dan tidak dapat dimakan, yang melindungi bagian dalam (*endospermium* dan embrio). Menurut Badan Pusat Statistik (2011), Indonesia memiliki sawah seluas 12,84 juta hektar yang menghasilkan padi sebanyak 65,75 juta ton. Limbah sekam padi yang dihasilkan sebanyak 8,2 sampai 10,9 ton. Pada keadaan normal, sekam berperan penting melindungi biji beras dari kerusakan yang disebabkan oleh serangan jamur, dapat mencegah reaksi ketengikan karena dapat melindungi lapisan tipis yang kaya minyak terhadap kerusakan mekanis selama pemanenan, penggilingan dan pengangkutan.

Saat proses penggilingan padi, sekam akan terpisah dari bulir padi dan menjadi limbah dari proses penggilingan. Proses penggilingan padi biasanya menghasilkan sekam sekitar 20 % dari bobot awal gabah (Hara 1986 dalam Bali & Prakoso 2002). Menurut Luh (1991) padi kering dalam satu malai menghasilkan 52 % beras putih (% dalam berat), 20 % sekam, 15 % jerami, dan 10 % dedak, sisanya 3 % hilang selama konversi. Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar.

Sekam padi memiliki karakteristik yang memiliki bagian yang tidak keras tidak sulit dikerjakan, tidak mudah menyusut, tidak mudah mengerucut, tidak terpilintir, bengkok, terbelah atau melengkung. Sekam padi juga kuat, kaku, lurus, dan ringan, serta harga dari sekam padi lebih murah daripada kayu gelondongan (Arbintarso, 2008).

Saat ini pemanfaatan sekam padi masih belum optimal. Sekam padi mempunyai kemampuan digunakan sebagai isolator panas salah satu diantaranya adalah pengawetan es terhadap lingkungan, agar panas dari lingkungan dicegah tidak masuk ke dalam es, yang dapat menyebabkan es cepat mencair. Adanya potensi sekam padi yang memiliki ukuran partikel lebih kecil, memiliki sifat mekanis yang baik, elastis, ukuran stabil, memiliki permukaan yang kuat, tahan air dan tahan tekanan. Sifat ini memungkinkan untuk

dimanfaatkan sebagai bahan baku kayu dan juga sebagai bahan isolator (Arbintarso, 2008). Berikut merupakan table yang menampilkan komponen yang ada didalam sekam padi.

Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Sekam Padi menurut DTC-IPB dalam Fortuna (2009)

Karbon(zat arang)	1,33 %
Hidrogen	1,54 %
Oksigen	33,64 %
Silika	16,98 %

II.6 Bambu



Gambar 2.4 Bambu

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya dengan keanekaragaman hayatinya. Salah satu tumbuhan yang tumbuh baik dalam kondisi iklim Indonesia adalah bambu. Bambu memiliki komponen lignoselulosa berupa lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Selulosa merupakan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan serat bambu, sehingga perlu adanya proses pemisahan lignin dan hemiselulosa untuk mendapatkan selulosa (Ono Suparno, 2017). Selulose pada ampas tebu mengandung *void* yang dapat memberikan sifat isolator.

Perkembangan yang pesat telah menghasilkan bahan yang lebih ringan dan kuat yang dikenal sebagai bahan komposit. Bahan komposit menghasilkan material yang memiliki kekuatan tinggi sehingga dapat dipergunakan untuk menggantikan material yang telah ada, disamping itu juga pembuatan dari material ini sangat ekonomis dan terjangkau. Komposit merupakan suatu struktur material yang tersusun dari dua kombinasi atau lebih konstituen yang dikombinasikan secara makroskopik yang kedua kombinasi tersebut tidak saling melarutkan. Fasa yang pertama disebut *reinforcement*, sedangkan fasa

yang kedua dalam hal ini disebut matrik. Kelebihan daripada material ini jika dibandingkan dengan logam adalah perbandingan kekuatan terhadap berat/densitas yang lebih baik serta sifat ketahanan korosinya, sehingga banyak dikembangkan sebagai material alternatif pengganti logam dikarenakan keterbatasan jumlah bahan tersebut. Bambu dapat digunakan sebagai *reinforcement*, berbentuk fiber (Sofyan Djamil, 2017).

II.7 Studi Hasil Penelitian Sebelumnya

II.7.1 Penggunaan Serbuk Gergaji sebagai Insulator

Menurut Kholis, 2014. Dari penelitian yang dilakukan pada 03-14 Juli 2014 di laboratorium Bahan Tangkap (BAT) Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Air (PSP). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui serbuk gergaji sebagai bahan baku untuk pembuatan isolasi dan menemukan komposisi terbaik untuk rasio yang telah ditentukan. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Yang melakukan tes pada tiga pendingin ikan (coolbox) yang dibuat, dengan serbuk gergaji isolator dicampur dengan tepung tapioka dan kemudian data di analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serbuk gergaji sebagai bahan baku isolator dapat digunakan tetapi perlu disempurnakan dan dimodifikasi untuk dapat bersaing dengan kualitas buatan pabrik. Dari tiga perawatan pendingin kotak ikan (coolbox) yang mempertahankan yang terbaik dari aspek rasio tua es adalah 100% serbuk gergaji untuk 12-13 jam. Sedangkan suhu aspek rasio terbaik adalah 70:30 dengan suhu terendah 6,6 °C dinding dalam dan dinding luar 20,4 °C.

II.7.2 Pencampuran Sabut Kelapa dengan Polyurethane

Pada penelitiannya, Nasution, 2014. Melakukan pencampuran bahan insulator polyurethane dengan sabut kelapa dengan berbagai variasi perbandingan. Juga dengan menggunakan standart ASTM untuk pengukuran karakteristik termis, berat jenis (*specific gravity*), kerapatan (*density*), serta melakukan percobaan coolbox untuk mendapatkan bahan insulator yang dapat mempertahankan es lebih lama. Penambahan sabut kelapa pada komposit hanya dapat dilakukan hingga 60% sabut kelapa secara perbandingan volume. Semakin tinggi presentasi sabut kelapa yang terdapat pada komposit, semakin tinggi daya permeabilitasnya atau daya serap airnya. Berat jenis dan Kerapatan juga mengalami penambahan seiring dengan penambahan presentase jumlah sabut kelapa. Penambahan sabut kelapa 10, 20, 30% adalah insulator termal yang baik sesuai dengan standar ASTM yaitu 0,05 Watt/m°C pada komposit 30% sabut kelapa. Percobaan coolbox dengan bahan komposit 30% sabut kelapa dapat mempertahankan es sampai mencair hingga 40 jam, lebih lama 2 jam dari pada penggunaan bahan 100% polyurethane.

II.7.3 Kotak Penyimpan Dingin Dari Papan Partikel Padi

Menurut Ellyawan, 2014 dalam percobaannya dalam membandingkan antara papan partikel sekam padi dan kotak dingin menggunakan gabus (Styrofoam).

Pembuatan partikel sekam padi dengan bahan resin yang dicampur dengan sekam padi yang kemudian dicetak membentuk papan dengan ketebalan papan 1 cm. kemudian diuji nilai konduktivitas termalnya dan dilakukan percobaan untuk mengetahui kemampuan kotak dalam mempertahankan suhu didalam kotak. Kotak sekam padi menunjukkan kemampuan lebih sebagai kotak pendingin dibandingkan dengan kotak gabus, kotak sekam padi mempunyai kemampuan isolator lebih dari 20% diawal dan meningkat sesuai dengan berjalannya waktu..

2.8 Polyurethane

Usaha menciptakan polimer polyuretan pertama kali dirintis oleh Otto Bayer dan rekan-rekannya pada tahun 1973 di laboratorium I.G. Farben di Leverkusen, Jerman. Mereka menggunakan prinsip polimerisasi adisi untuk menghasilkan polyuretan dari diisosianat cair dan polieter cair atau diol *poliester* seperti menunjuk ke berbagai kesempatan spesial, khususnya saat dibandingkan dengan berbagai plastik yang dihasilkan dari olefin, atau dengan polikondensasi. Awalnya, usaha difokuskan pada produksi serat dan busa yang fleksibel. Kendati pengembangan terintangi oleh perang dunia II (saat itu PU digunakan dalam skala terbatas sebagai pelapisan pesawat), poliisosianat telah menjadi tersedia secara komersial sebelum tahun 1952.

Produksi komersial busa poliuretan yang fleksibel dimulai pada 1954, didasarkan pada toluena diisosianat (TDI) dan polioli poliester. Penemuan busa ini (yang awalnya dijuluki *keju Swiss* imitasi oleh beberapa penemu) adalah berkat jasa air yang tak sengaja dicampurkan ke dalam campuran reaksi. Bahan-bahan ini digunakan pula untuk memproduksi busa kaku, karet gom, dan elastomer. Serat linear diproduksi dari heksametilena diisosianat (HDI) dan 1,4-butanadiol (BDO).

Polyol polieter yang tersedia secara komersial untuk pertama kalinya, poli(tetrametilena eter) glikol, diperkenalkan oleh Du Pont pada 1956 dengan mempolimerisasikan tetrahidrofur. Glikol polialkilena yang tak begitu mahal diperkenalkan BASF dan Dow Chemical setahun selanjutnya, 1957. Polioli polieter menawarkan sejumlah keuntungan teknis dan komersial seperti biaya yang rendah, penanganan yang mudah, dan stabilitas hidrolitik yang lebih baik; dan polioli poliester bisa digantikan dengan cepat dalam pembuatan barang-barang dari poliuretan. Pada 1960, lebih dari 45.000 ton busa poliuretan yang fleksibel diproduksi. Seiring dengan perkembangan zaman, tersedianya bahan tiup klorofluoroalkana, polioli polieter yang tak mahal, dan metilena difenil diisosianat (MDI) menjadi bukti dan penggunaan busa kaku poliuretan sebagai bahan isolator berkinerja tinggi. Busa kaku yang didasarkan pada MDI polimerik menawarkan karakteristik pembakaran dan stabilitas suhu yang lebih baik daripada busa kaku berbasis TDI. Dalam 1967, diperkenalkan busa kaku poliisosianurat yang termodifikasi uretana, menawarkan sifat yang tak mudah terbakar serta stabilitas termal yang jauh lebih baik kepada berbagai produk isolator berdensitas rendah. Selain itu, dalam era 1960-an diperkenalkan pula

sejumlah komponen pengaman bagian dalam otomotif seperti panel pintu dan instrumen yang dihasilkan dengan kulit termoplastik isian penguat dengan busa semi-kaku.

Busa poliuretan (termasuk juga karet busa) sering dibuat dengan menambahkan bahan asiri dalam jumlah kecil, yang disebut bahan pembusa, ke campuran reaksi. Bahan asiri yang sederhana menghasilkan berbagai karakteristik kinerja yang penting, terutama sekali isolator termal. Polyurethane adalah buih plastik padat campuran larutan Polyol dan Isocyanate yang biasa digunakan sebagai bahan insulator penyekat panas pada tempat penyimpanan. Penggunaan busa polyurethane padatan adalah salah satu yang paling efisien, bahan isolasi dengan kinerja yang tinggi, memungkinkan dalam penghematan energy yang sangat efektif dalam penyesuaian penggunaan ruang. Isolasi yang sangat baik pada bangunan merupakan contributor yang signifikan.

Ketika digunakan sebagai isolasi ruangan, busa polyurethane padat seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1 memiliki konduktivitas thermal yang rendah dengan rata-rata konsumsi energy lebih dari 50% dan busa polyurethane padat dapat menyederhanakan instalasi. Konduktivitas termal yang rendah berarti isolasi lebih tipis artinya adalah lebih mudah untuk masuk ke dalam rongga. Kinerja isolasi sangat tinggi bahkan dengan ketebalan sederhana, sifat mekanik yang baik dan adhesi yang sangat baik untuk mengikat bahan lainnya pada aplikasi yang luas.



Gambar 2.5 Tahapan ekspansi polyurethane (Nasution, 2014)

Formulasi bahan busa dapat dimodifikasi dengan menggunakan berbagai bahan additive dalam menghasilkan sifat insulasi yang dibutuhkan. Dapat dilihat pada gambar 2.2, proses ekspansi polyurethane padat melalui empat tahapan, yaitu:

- Pencampuran larutan
- Pengadukan
- Mengembang (ekspansi)
- Pemadatan

2.9. Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah suatu energi yang berpindah karena perbedaan suhu yaitu dari suhu panas kesuhu rendah. Selain adanya perubahan suhu, panas ini nantinya akan merambat pada daerah sekitarnya. Hal ini lah yang disebut dengan perpindahan panas. Perpindahan panas terdiri dari tiga cara, yaitu : konduksi, konveksi, dan radiasi.

2.9.1. Konduksi

Konduksi merupakan perpindahan panas melalui zat penghantar tanpa disertai perpindahan bagian-bagian zat itu. Perpindahan kalor dengan cara konduksi biasanya terjadi pada zat padat. Suatu zat yang dapat menghantarkan panas disebut dengan konduktor, seperti bahan logam. Persamaan yang digunakan untuk menghitung perpindahan kalor secara konduksi mengikuti hukum Fourier yaitu :

$$q = -k.A \frac{dT}{dx}$$

Dimana q adalah laju perpindahan kalor konduksi, $\frac{dT}{dx}$ merupakan gradient suhu kearah perpindahan panas, k merupakan konstanta konduktifitas termal dari benda dan nilai minus untuk memenuhi hukum kedua termodinamika.

2.9.2. Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi merupakan perpindahan panas dari satu tempat ketempat lain karena adanya perpindahan fluida, proses perpindahan panas melalui proses perpindahan massa. Aliran fluida akan berlangsung sendiri akibat adanya perbedaan massa jenis karena adanya perbedaan temperature.

Konveksi panas pada aliran bebas disebut dengan konveksi bebas. Mekanisme fisis perpindahan panas konveksi berhubungan dengan proses konduksi. Konveksi pada aliran massa dapat juga diartikan dengan arus panas yang bergantung dengan aliran, luas penampang A, dan beda temperature. Dapat dilihat pada persamaan berikut ini :

$$Q = h A \Delta T$$

Dimana :

Q = laju perpindahan panas (W)

h = koefisien perpindahan panas konveksi (W/m² °C)

A = Luas permukaan (m²)

ΔT = perbedaan suhu dinding dengan fluida (°C)

Apabila fluida tidak bergerak (atau tanpa sumber penggerak) maka perpindahan panas tetap ada karena adanya pergerakan fluida akibat perbedaan massa jenis fluida. Peristiwa ini disebut dengan konveksi alami (*natural convection*) atau konveksi bebas (*free convection*). Lawan dari konveksi ini adalah konveksi paksa (*Forced convection*) yang terjadi apabila

fluida dengan sengaja dialirkan (dengan suatu penggerak) di atas plat. Atau adanya perpindahan panas karena adanya tenaga dari luar.

2.9.3. Radiasi

Radiasi adalah perpindahan panas tanpa memerlukan zat perantara (medium) tetapi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Sebagai contoh, perpindahan panas dari matahari ke bumi. Besarnya laju perpindahan panas secara radiasi adalah :

$$q = e \sigma A T^4$$

dimana :

q = laju perpindahan panas

e = emisivitas benda yang terkena radiasi ($0 < e < 1$)

σ = Konstanta Stefan-Boltzman = $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$

T^4 = suhu ($^{\circ}\text{K}$)

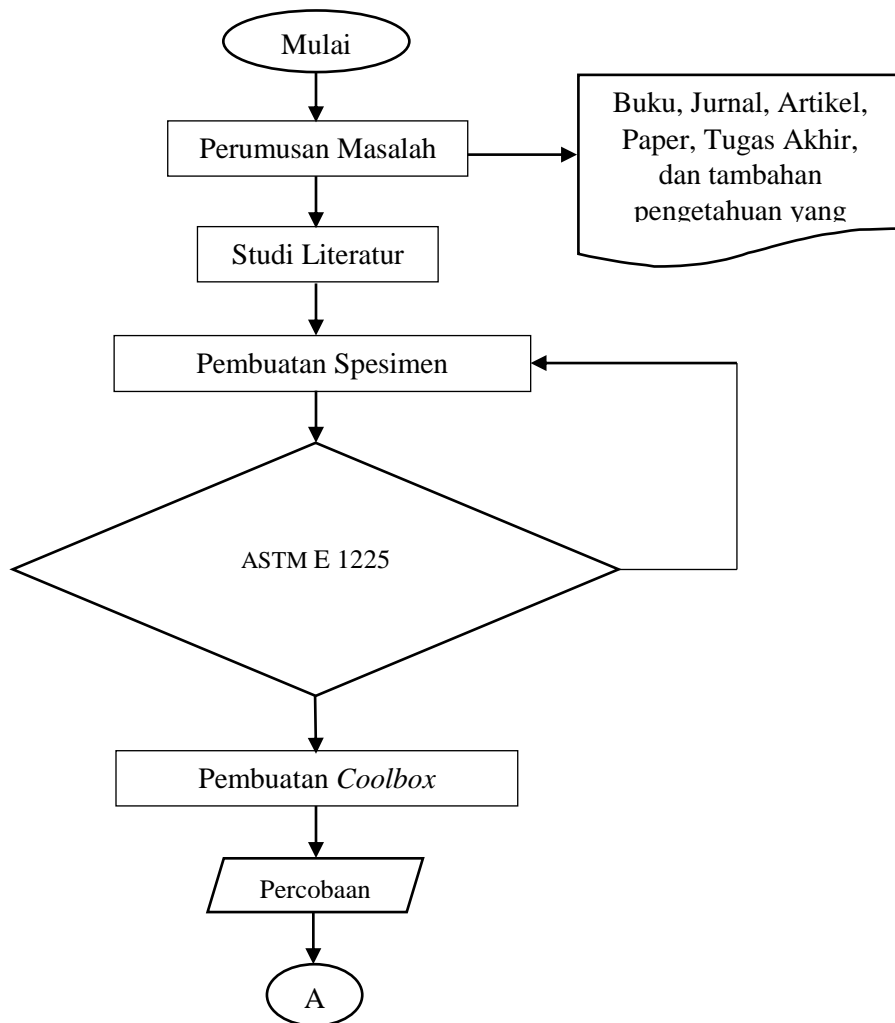
Emisivitas benda adalah besaran yang bergantung pada sifat permukaan benda. Benda hitam sempurna (*black body*) memiliki harga emisivitas ($e = 1$). Benda ini merupakan pemancar panas

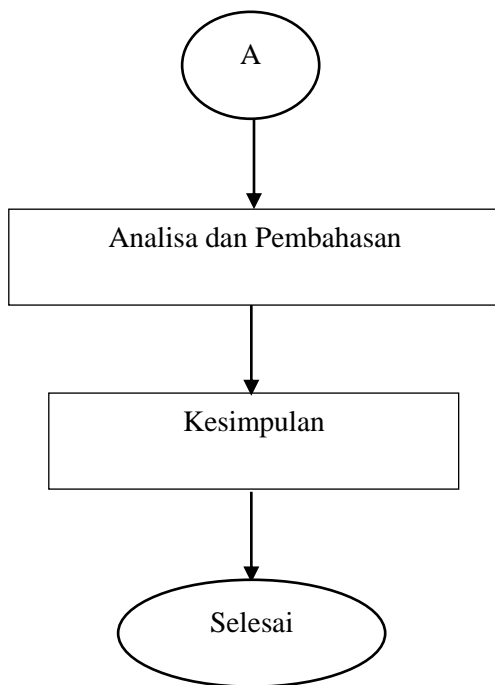
Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB III METODE PENELITIAN

III.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Untuk mengetahui proses pengerjaan tugas akhir dapat dilihat pada *flowchart*. *Flowchart* proses tugas akhir diperlihatkan pada gambar 3.1





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2. Tahapan Pengerjaan Skripsi

1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahapan awal dalam pengerjaan skripsi ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada. Dengan mengidentifikasi permasalahan maka akan didapatkan perumusan masalah yang nantinya akan diselesaikan selama pengerjaan skripsi ini. Selain itu juga terdapat batasan masalah. Hal ini bermaksud untuk lebih memusatkan topik yang ada agar tidak terlalu meluas serta memudahkan penulis dalam melakukan analisa masalah.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan beberapa literatur yang diperlukan dalam mendukung pengerjaan tugas akhir. Literatur-literatur yang diperlukan dalam menyelesaikan skripsi ini dapat diperoleh dari berbagai media, diantaranya :

- a. Buku
- b. Jurnal
- c. Laporan tugas akhir
- d. Internet
- e. Artikel

Literatur pendukung dalam pengerjaan tugas akhir ini mengenai ilmu pengolahan dan pengawetan ikan ,teknologi insulasi, penggunaan coolbox, es basah, kualitas ikan serta materi lain yang menunjang tugas akhir ini. Selain itu juga dilakukan review terhadap tugas akhir sebelumnya.

Untuk pencarian berbagai referensi dan literatur dilakukan di beberapa tempat, diantaranya:

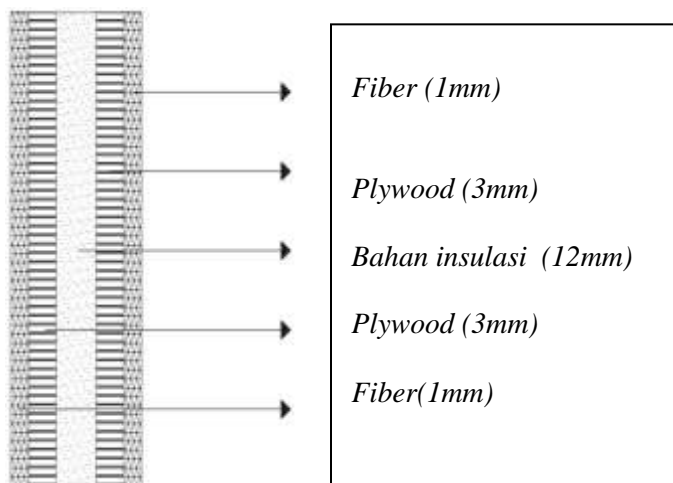
- a. Perpustakaan ITS
- b. Ruang Baca Fakultas Teknologi Kelautan-ITS
- c. Laboratorium *Fluid Machinery and System* (MMS) Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, FTK

3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data untuk merancang dan menganalisa performa dari sistem pendingin ikan, yakni berupa coolbox, kapasitas coolbox, jumlah kebutuhan media pendingin yang diperlukan. Pada tahap ini dilakukan percobaan dengan skala lab untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam proses perancangan alat.

1. Perancangan Alat Pendingin

Setelah data-data didapatkan maka selanjutnya adalah membuat perancangan sistem yang menggambarkan komponen pada sistem pendingin berinsulasi sekam padi. Dimana didalam sistem pendingin ini akan diisi oleh es basah sebagai pendingin sistem.



Dalam desain sistem pendingin ini akan menggunakan ukuran kotak dengan dimensi sebagai berikut :

Panjang : 34 cm

Lebar : 24 cm

Tinggi : 27 cm

2. Pelaksanaan Percobaan

Setelah data-data didapatkan maka selanjutnya adalah dilakukan pengujian bahan insulasi. Bahan insulasi dalam pembuatan *coolbox* ialah sekam padi dan serat bambu. Pengujian ini dilakukan pada bahan insulasi serat bambu dikarenakan untuk sekam padi sudah diketahui konduktivitas termalnya sebagai bahan insulasi. Serat bambu yang akan digunakan sebagai bahan insulasi dalam pembuatan *coolbox* menggunakan perekat lem polyurethane dan resin.

Pembuatan spesimen uji bahan insulasi serbuk kayu menggunakan variasi perbandingan serat bambu, perekat, dan sekam padi. Untuk perbandingan serat bambu dan sekam padi digunakan variasi perbandingan sebagai berikut :

- A. Spesimen dengan perbandingan 30 gram serat bambu:70 gram sekam padi.
- B. Spesimen dengan perbandingan 50 gram serat bambu : 50 gram sekam padi.
- C. Spesimen dengan perbandingan 70 gram serat bambu: 30 gram sekam padi.

Komposisi perekat yang dipakai pada setiap spesimen adalah sama, yaitu 70 gram untuk setiap campuran.

Pengukuran konduktivitas Termal pada spesimen meliputi

1. Konduktivitas Termal

Pengukuran konduktivitas termal berdasarkan ASTM C177. Pengujian dilakukan pada spesimen dengan meletakkan spesimen diatas plat panas dan dingin yang kemudian diukur dengan menggunakan thermokopel pada kedua sisi bagian dalam kedua plat. Pengukuran konduktivitas dilakukan dengan menempelkan probe thermokopel pada bagian dalam kedua plat dan memasukkan probe thermokopel ke bagian tengah specimen yang diapit oleh kedua plat tersebut. Pencatatan temperature dilakukan pada menit ke 60 pada setiap spesimen.

- Plat Panas(*Hot Plate*)

Plat pemanas dari bahan tembaga dengan ukuran 250x250x1mm tebal yang ditempekan dengan heater. Plat pemanas yang menghasilkan heat flux dibungkus dengan alumunium foil untuk meminimalisir terjadinya heat losses saat pengukuran.

- Plat Dingin(*Cold Plate*)

Plat pendingin yang juga dari bahan tembaga dengan ukuran 250x250x1mm yang ditempelkan pipa dengan bahan tembaga untuk mengalirkan air sehingga plat pendingin dapat menurunkan temperature lingkungan.

Plat pemanas diletakkan pada bagian bawah yang telah ditempelkan satu probe thermokopel ditengan sisi dalam plat, dan plat pendingin disebelah atas yang juga ditempelkan satu probe thermokopel pada sisi dalam. Spesimen dijepitkan diantara kedua plat panas dan dingin dengan rapat, seluruh bagian dibungkus dengan alumunium foil yang dililitkan untuk menghindari kerugian panas pada saat pengukuran.

2. Aplikasi pengukuran Perpindahan Panas pada Kotak Pendingin

Percobaan dilakukan pada dua buah kotak pendingin. Kotak pendingin berinsulasi yang terbuat dari bahan insulasi yang berbeda namun diberi perlakuan yang sama yaitu dilapisi dengan resin pada bagian dalam kotak dan luar kotak setebal 1mm. Pada bagian dalam kotak pendingin diisi dengan es basah dengan massa 2 kg. Pengambilan data dilakukan selama 24 jam, dilakukan pengambilan data temperatur pada setiap 30 menit. Eksperimen dilakukan pada kotak pendingin dengan bahan insulasi campuran sekam padi dan serat bambu dibandingkan dengan kotak pendingin dengan bahan insulasi styrofoam.

Eksperimen ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan bahan insulasi dalam menjaga temperatur di dalam kotak pendingin dan menjaga kesegaran ikan.

Dari percobaan ini akan diketahui berapa lama waktu yang dihasilkan untuk mempertahankan temperatur dalam keadaan dingin. Pembuatan kotak pendingin menggunakan insulasi sekam padi yang ditambahkan dengan serat bambu.

6. Analisa Hasil Percobaan

Dari hasil percobaan yang dilakukan maka selanjutnya adalah melakukan analisa terhadap hasil dari percobaan yang telah dilakukan. Data-data yang diperoleh akan dianalisa dan dilakukan perbandingan antara beberapa percobaan. Kemudian dibuat grafik perbandingan tiap percobaan. Sehingga bisa diketahui apakah pendinginan dengan sistem insulasi menggunakan bahan sekam padi dapat menghasilkan pendinginan yang lebih lama ataupun sebaliknya dan apakah pendinginan dengan sistem ini bisa menjaga temperatur tetap konstan.

7. Kesimpulan

Kesimpulan akan menjawab dari tujuan tugas akhir ini. Selanjutnya juga memberikan saran terkait penelitian selanjutnya dengan harapan adanya perbaikan pada penelitian yang sama.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

IV.1. Pembuatan Spesimen Uji

IV.1.1. Pembuatan Spesimen untuk pengujian massa jenis dan konduktivitas termal

Dalam pengujian ini menggunakan satu spesimen. Spesimen yang digunakan dalam pengujian massa jenis dan konduktivitas termal memiliki spesifikasi sebagai berikut yaitu tinggi 5 cm dan diameter 4,5 cm. Pembuatan spesimen ini dibuat didalam cetakan yang terbuat pipa yang telah disesuaikan ukurannya.



Gambar 4.1. Cetakan untuk membuat spesimen pengujian

Bila dilihat dari hasil pembuatan spesimen dapat dilihat perbedaan tekstur maupun warna dari hasil spesimen yang telah dibuat karena pengaruh komposisi sekam padi dan serat bambu yang berbeda. Variasi jumlah perekat yang digunakan juga menentukan tampilan fisik dari spesimen. Dalam pembuatan spesimen ini melalui dua kali *sample* percobaan sampai didapatkan kondisi yang sesuai dan komposisi yang sesuai untuk menghasilkan spesimen yang terbaik.

Proses pembuatan spesimen pertama memerlukan jumlah campuran sekam padi dan serat bambu sebanyak 79,5 milimeter, pada proses pembuatannya spesimen tersebut diberi tekanan sampai memenuhi bentuk cetakan pipa. Spesimen tersebut ditekan hingga padat dan berbentuk sesuai

cetakan yang digunakan. sehingga mengikuti bentuk pipa, pada pembuatan spesimen untuk pengujian massa jenis ini dibutuhkan ukuran spesimen sebesar $79,5 \text{ cm}^3$ atau sama dengan 79,5 mililiter. Pada proses pembuatan specimen pertama ini, spesimen akan dikeluarkan setelah mengering.

Proses pembuatan specimen kedua memerlukan jumlah campuran sekam padi dan serat bamboo sebanyak 240 milimeter, pada proses pembuatannya spesimen tersebut diberi tekanan sampai memenuhi bentuk cetakan pipa. Spesimen tersebut ditekan hingga padat dan berbentuk sesuai cetakan yang digunakan. sehingga mengikuti bentuk pipa, pada pembuatan spesimen untuk pengujian massa jenis ini dibutuhkan ukuran spesimen sebesar $79,5 \text{ cm}^3$ atau sama dengan 79,5 mililiter. Pada proses pembuatan specimen pertama ini, spesimen akan dikeluarkan setelah mengering atau setelah melaluisatu hari proses pengeringan.

Dari kedua percobaan diatas, dapat ditarik kesimpulan mengenai cara pembuatan spesimen yang benar:

1. Sebaiknya pipa dilapisi dengan aluminium foil agar specimen tidak merekat dan mudah dikeluarkan
2. Diperlukan tekanan yang sesuai dalam pembuatan spesimen
3. Spesimen dikeluarkan dari cetakan setelah ditekan, agar tidak menempel lagi pada cetakan.
4. Menambah perekat karena sekampadi dan serat bambu bagian luar mudah terkikis.
5. Waktu pengeringan disesuaikan dengan kondisi specimen agar specimen tidak hancur.

Spesimen yang dibuat dari sekam padi dan serat bambu dicampurkan dengan bahan perekat dengan perbandingan sebagai berikut :

- a. Spesimen dengan perbandingan 30 gram serat bambu:70 gram sekam padi.
- b. Spesimen dengan perbandingan 50 gram serat bambu : 50 gram sekam padi.
- c. Spesimen dengan perbandingan 70 gram serat bambu: 30 gram sekam padi.

Komposisi perekat yang dipakai pada setiap spesimen adalah sama, yaitu 70 gram untuk setiap campuran

Proses pembuatan nya antara lain:

- (1) Bahan perekat dicampurkan dengan sekam padi dan serat bambu lalu diaduk sampai merata.
- (2) pembuatan spesimen dibuat di dalam pipa pvc yang telah dibentuk dengan tinggi 5 cm dan diameter 4 cm kemudian campuran bahan spesimen dimasukkan ke dalam pipa dan di tekan sampai padat.
- (3) setelah spesimen sudah dipadatkan maka spesimen di keringkan dibawah terik matahari kurang lebih 2 hari.

(4) setelah proses pengeringan selesai maka spesimen dapat dilepaskan dari cetakan dan dilakukan percobaan.

Berikut merupakan foto hasil pembuatan specimen



Gambar 4.2. Spesimen pengujian konduktivitas termal dengan bahan perekat polyurethane



Gambar 4.3. Spesimen pengujian konduktivitas termal dengan bahan perekat resin

Hasil Pengujian Spesimen

4.2.1 Hasil dan Pembahasan Pengujian Massa Jenis Spesimen.

Pada percobaan pembuatan spesimen yang pertama, dipakai komposisi sebagai berikut :

Massa jenis spesimen berbentuk tabung dapat ditentukan dengan volume tabung. Massa benda diukur dengan timbangan analog, sedangkan volume benda sudah ditentukan pada saat proses pencetakan spesimen.

$$\begin{aligned} V &= La \times T \\ &= 2\pi r^2 \times t \\ &= 2\pi 4,5^2 \times 5 \\ &= 79,5 \end{aligned}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

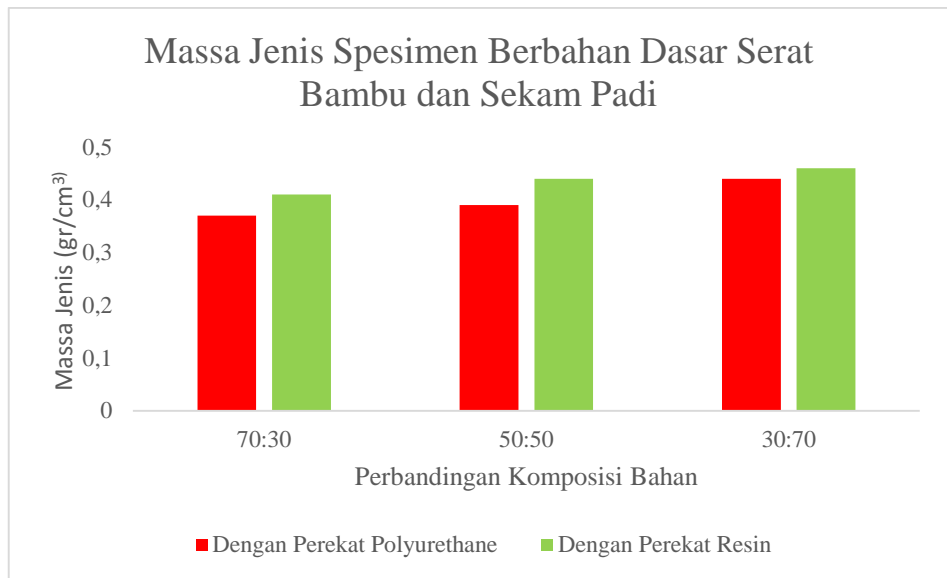
Dengan perekat resin

No. Spesimen	Massa (gram)	Volume (cm ³)	Massa Jenis (gr/cm ³)
1	58	79,5	0.41
2	59	79,5	0.44
3	61	79,5	0.46

Dengan perekat polyurethane

No. Spesimen	Massa (gram)	Volume (cm ³)	Massa Jenis (gr/cm ³)
1	57	79,5	0.39
2	57	79,5	0.39
3	59	79,5	0.44

Menurut perhitungan massa jenis yang diperoleh, dapat dilihat bahwa spesimen dengan kandungan serat bambu lebih banyak akan memiliki massa jenis yang lebih besar daripada spesimen yang memiliki kandungan sekam yang lebih banyak. Dapat dilihat pula dengan komposisi serat bambu dan sekam padi yang sama, spesimen dengan bahan perekat polyurethane memiliki massa jenis lebih kecil daripada spesimen yang menggunakan bahan perekat resin. Perbandingan massa jenis spesimen dengan komposisi yang sama namun menggunakan bahan perekat yang berbeda dapat dilihat pada grafik 4.1.



Grafik 4. 1.Massa Jenis Spesimen Berbahan Dasar Serat Bambu dan Sekam Padi

Massa jenis spesimen berbentuk tabung dapat ditentukan dengan mengukur volume tabung (Luas alas x tinggi).Selanjutnya penimbangan massa benda diukur dengan timbangan analog , sedangkan volume benda ditentukan sebelumnya yaitu saat proses dibuatnyaspecimen pada cetakan. Pada tabel 4.1 menunjukan hasil dari pengukuran massa benda, volume benda, dan hasil dari perhitungan massa jenis yang telah dilakukan.

Menurut hasil dari perhitungan massa jenis yang telah didapat, maka dapat dilihat bahwa spesimen 1 dengan komposisi 70% sekam padi dan 30% serat bambu bahan perekat polyurethane memiliki massa jenis paling kecil yaitu 0,39 gr/cm³, kemudian spesimen 2 dengan komposisi 50% sekam padi dan 50% serat bambu dengan bahan perekat polyurethane memiliki massa jenis sama , spesimen 3 dengan komposisi kandungan 30% serat bambu 70% serat bambu 70% serbuk kayu sengon dan 30% jerami dengan bahan perekat polyurethane yaitu 0,38 gr/cm³. spesimen 2 dengan komposisi 50% serbuk bambu dan 50%jerami dengan bahan perekat polyurethane memiliki massa jenis 0,40 gr/cm³, spesimen 3 dengan komposisi 30% sekam padi dan 70% serat bambu dengan bahan perekat resin memiliki massa jenis 0,46 gr/cm³ memiliki massa jenis paling besar.

Menurut hasil dari perhitungan massa jenis yang telah didapat diatas, dapat ditarik kesimpulan yaitu spesimen dengan komposisi serat bambu lebih banyak akan memiliki massa jenis yang lebih besar daripada spesimen yang memiliki kandungan sekam padi yang lebih banyak.

IV.2.1 Hasil Pengujian Konduktivitas Termal Spesimen

Setelah dilakukan percobaan mengenai perpindahan konduksi, maka didapat hasil seperti pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4. 3. Hasil Percobaan Perpindahan Panas pada Spesimen

Pengambilan Data Ke-	Spesimen 1 dengan Resin			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	88,1	87,7	83,9	58,3
2	89	88,5	84,7	59
3	89,1	88,7	85	59,4
4	89,3	88,9	85,2	59,5
5	89,4	89	85,4	59,8
Pengambilan Data Ke-	Spesimen 2			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	81,6	81,3	78	60,6
2	82,2	81,8	78,2	60,7
3	82,4	82	78,5	61,3
4	82,7	82,3	78,6	61,5
5	82,8	82,4	78,8	62
Pengambilan Data Ke-	Spesimen 3			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	78,8	78,4	75,9	57,2
2	80,2	79,8	78,6	57,9
3	81,2	80,9	77,1	59,1
4	81,3	81	77,8	60,1
5	81,7	81,3	77,9	60,3
Pengambilan Data Ke-	Spesimen 1 dengan PU			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	86,7	86,2	83	62,4
2	87	86,6	83,1	62,6
3	87,1	86,6	83,3	62,7
4	87,3	86,8	82,7	62,7
5	87,7	87,3	82,5	62,9
Pengambilan Data Ke-	Spesimen 2			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	80,1	79,6	76,7	55,4
2	80,8	80,2	76,8	55,6
3	81,1	80,5	77	55,7
4	82	81,6	77,6	55,9

5	82,3	81,9	77,7	56
Pengambilan Data Ke-	Spesimen 3			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	79,5	79	74,6	53
2	80,3	79,8	75,3	53,3
3	81	80,5	76	53,7
4	81,6	81	76,8	54,3
5	82,3	81,8	77,7	55,1

Berdasarkan percobaan perpindahan panas konduksi yang telah dilakukan data yang telah didapatkan, seperti yang terlihat pada tabel 4.3. Selanjutnya dapat dilakukan langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan nilai konduktivitas termal spesimen. Langkah-langkah untuk menghitung konduktivitas termal adalah sebagai berikut.

Menghitung nilai konduktivitas termal tembaga (K_t)
 Nilai konduktivitas termal dari tembaga dapat dilakukan dengan metode interpolasi. Terdapat tabel konduktivitas termal tembaga pada berbagai temperature seperti yang terlihat pada tabel 4.4. dibawah ini

Tabel 4.3.. Konduktivitas Termal Tembaga

Material	Thermal Conductivity (W/mK)		
	300 K	400 K	500K
Pure Cooper	401	393	388

$$K_{sp} = \frac{Q_{sp} \times L_{sp}}{A_{sp} \times \Delta T_{sp}}$$

Keterangan;

Q	: panas yang dihantarkan	(watt)
L	: ketebalan material	(m)
ΔT	: perubahantemperatur dalam kondis konstan	(K)
A	: Luasan material	(m ²)

IV.2.1.1 Peralatan yang digunakan dalam pengujian

1. Sistem sirkulasi air (*water circulation system*).

Sistem sirkulasi air diperlukan untuk mendinginkan permukaan logam perantara (tembaga) bagian bawah, sehingga timbul adanya perbedaan temperatur.

1.1 Pompa air

Tipe : *Centrifugal Pump*
 Merek : Dyna
 Buatan : Jepang
 Daya : 220V-50Hz 12W-60Hz 10W

2. Sistem pemanas dan kontrol temperatur (*heating and thermocontrol system*).
 Sistem pemanas berfungsi untuk menjaga temperatur kerja elemen pemanas, terdiri dari:

2.1 *Thermocontrol*

Tipe : IL - 70
 Merek : TEW Electric Heating Equipment Co.

Range : -
Sensor input tipe : K type
Voltage : 110/220V

2.2 *Thermocouple*

Tipe : K type
Range : -
Sensor input tipe : K type
 Akurasi : 2% of full scale

Alat ukur temperatur (*thermometer*)

Pengukuran pada masing-masing titik menggunakan *thermometer* yang sama, *thermocouple* dihubungkan dengan *digital thermometer* sehingga pembacaan temperatur dapat dilihat pada *display*.

IV.2.1.2. Langkah-langkah dalam pengujian

Berikut prosedur untuk memperoleh hasil yang akurat, berikut ini merupakan langkah-langkah dalam melakukan pengujian.

1. Tahap Persiapan

- A. Penggunaan sarung tangan sebagai perlengkapan dan tindakan keselamatan diri. Memastikan sistem peralatan uji konduksi telah terinstalasi dengan baik dan benar sesuai dengan skema instalasi.
- B. Memastikan tegangan *voltage regulator* pada nilai 0 volt dan *set point thermocontrol* pada nilai .
- C. Memastikan *thermocouple* terpasang baik dengan mengecek nilai yang ditunjukkan pada *display digital thermocouple*. Apabila *digital thermocouple* tidak menampilkan nilai temperatur yang relevan, cek kembali pemasangan *thermocouple* pada spesimen atau atur kabel penghantar antara *thermocouple selector* dan *thermometer digital*.
- D. Pemasangan *thermocouple* pada spesimen, tutup dan rapatkan *insulator*, kemudian kencangkan pemasangan *heater* dengan logam penghantar pada bagian atas sistem peralatan.
- E. Pemasangan *thermocouple* referensi pada *heater*.
- F. Pengecekan kembali pembacaan temperatur pada *digital thermocouple*. Apabila *digital thermocouple* tidak menampilkan nilai temperatur yang relevan ulangi mulai langkah a).

2. Tahap Pengambilan Data

- A. Pengaturan tegangan *voltage regulator* pada nilai 220 volt.
- B. Memastikan pompa mensirkulasikan air pendinginan dengan baik.
- C. *Thermocontrol* dinyalakan dengan menekan saklar tegangan *thermocontrol* pada posisi *on*.
- D. Pengaturan *set point thermocontrol* pada nilai 6 .
- E. Data siap diambil dengan waktu tunggu minimum 10 menit setelah prosedur d). Data yang diambil terdapat pada lembar data praktikum konduksi. Pengambilan data arus dapat

dilihat pada *amperemeter*, data tegangan dapat dilihat pada *voltmeter*, dan data temperatur tiap titik dapat dilihat pada *digital thermometer* dengan mengatur *set point thermoselector*.

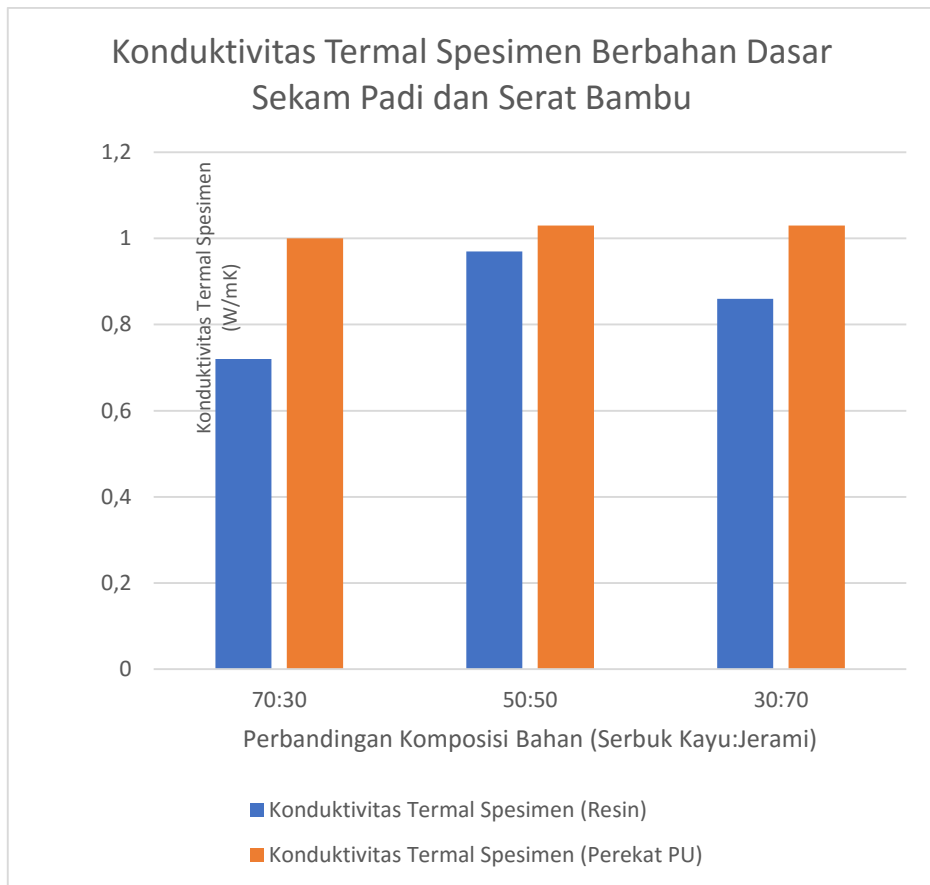
- F. Melakukan pengambilan data tiap spesimen dengan menaikkan *set point thermocontrol* sebesar 20 C hingga *set point thermocontrol* mencapai nilai 100 C. Waktu tunggu pengambilan data minimum 10 menit untuk tiap kenaikan nilai *set point thermocontrol*.
- G. Setelah pengambilan data selesai, atur *set point thermocontrol* pada nilai 0 C dan matikan *thermocontrol* dengan menekan saklar tegangan *thermocontrol* pada posisi *off*.
- H. Melakukan prosedur persiapan hingga pengambilan data untuk masing-masing spesimen, dengan waktu pendinginan minimum 5 menit. Pendinginan sistem peralatan uji dilakukan dengan tetap mensirkulasikan air pendinginan dan juga melepaskan spesimen yang telah diambil data.
- I. Setelah melakukan pengambilan data untuk spesimen yang terakhir, *voltage regulator* dengan mengatur tegangannya pada nilai 0 volt. Kemudian kabel *supply* untuk pompa dilepas.
- J. Langkah terakhir, pengembalian dan penataan kembali sistem peralatan pada kondisi semula.

Dengan perekat resin

No. Spesimen	Sekam padi (gram)	Bambu (gram)	K_{spesimen} (W/mK)
1	70	30	0,72
2	50	50	0,97
3	30	70	0,86

Dengan perekat polyurethane

No. Spesimen	Massa (gram)	Volume (cm ³)	K_{spesimen} (W/mK)
1	70	30	1,00
2	50	50	1,03
3	30	70	1,03



Grafik 4. 2. Konduktivitas Termal Spesimen Berbahan Dasar Sekam padi dan Serat Bambu

Dapat dilihat dari grafik diatas kesimpulan kesimpulan yang dapat diambil dari data mengenai konduktivitas termal spesimen adalah Spesimen 1 dengan perekat resin atau spesimen dengan komposisi 70% sekam padi, 30% serat bambu memiliki konduktivitas termal paling kecil dibandingkan dengan spesimen lainnya, dengan nilai 0,72 W/mK. Menurut grafik 4.2. diatas spesimen dengan komposisi kandungan 70% sekam padi dan 30% serat bambu memiliki konduktivitas termal yang lebih kecil daripada spesimen dengan komposisi kandungan 50% sekam padi dan 50% serat bambu, maupun spesimen dengan komposisi kandungan 30% sekam padi dan 70% serat bambu. Hasil dari data konduktivitas termal yang telah diperoleh tidak dapat menunjukan mengenai jenis perekat yang terbaik untuk digunakan sebagai bahan campuran insulasi. Dalam pengujian konduktivitas termal spesimen ini, spesimen yang digunakan dalam pembuatan *coolbox* yaitu spesimen dengan konduktivitas termal yang paling kecil yaitu, adalah spesimen 1 atau spesimen dengan

komposisi 70% sekam padi, 30% serat bambu dengan bahan perekat resin memiliki konduktivitas termal yang terkecil jika dibandingkan dengan spesimen lainnya, dengan nilai 0,72 W/mK.

IV.3. Hasil Pembuatan Kotak Pendingin

Spesimen yang digunakan dalam pembuatan kotak pendingin merupakan spesimen terbaik yang telah didapat setelah melalui pengujian massa jenis dan pengujian nilai konduktivitas termal juga dari segi kemudahan dalam pembuatan dari spesimen tersebut. Maka spesimen 1 dengan bahan perekat resinlah yang dipilih sebagai bahan insulasi kotak pendingin. Komposisi dari bahan insulasi yang digunakan adalah 70 gr sekam padi, 30 gr serat bambu dan resin sebagai bahan perekat.



Gambar 4.4. Hasil Pembuatan Coolbox

Kotak pendingin harus dipastikan dalam kondisi telah kering agar nantinya proses pengamatan dapat berjalan dengan baik. Setelah proses pengeringan selesai dilakukan, langkah selanjutnya yaitu kotak dapat dilapisi dengan resin Setebal 1mm. Pemberian Resin dilakukan untuk memastikan bahwa kotak pendingin tahanterhadap air. Karakteristik fisik dari *coolbox* dengan bahan insulasi sekam padi dan serat bambu dapat dilihat pada tabel 4.7. dibawah ini.

Tabel 4. 1 Karakteristik Fisik Dari Coolbox Dengan Insulasi Sekam Padi dan Serat Bambu

Ukuran	Tutup	Panjang : 34 cm ; Lebar : 24 cm
	Alas	Panjang : 32 cm ; Lebar : 26 cm
	Tinggi	27 cm
Volume		16.500 cm ³
Massa		4,8 kg
Insulasi	Kandungan	70gr Sekam padi : 30gr Serat Bambu : 70gr Resin
	Massa Jenis	0,41 gr/cm ³
Insulasi	Konduktivitas Termal	0,72 W/mK
	Tebal	2 cm
Lapisan		Kayu lapis 4 mm ; resin 1 mm

IV.4. Hasil Eksperimen pada Coolbox

Tabel 4.8 Perubahan Temperatur pada Kotak Pendingin Berinsulasi Styrofoam

No	T1	T2	T3	T Lingkungan
1.	0.1	3.4	20.2	28.4
2.	0.1	1.8	18.7	28.1
3.	0.2	2.1	18.5	28.1
4.	0.3	2.6	18.4	27.8
5.	0.4	2.9	18.2	27.8
6.	0.6	3.1	18.2	27.4
7.	0.9	3.3	18.1	27.3
8.	1.3	3.4	18.2	27.4
9.	1.8	3.6	18.2	27.3
10.	1.9	3.9	18.2	26.8
11.	2.2	4.2	18.2	26.6
12.	2.1	4.4	18.2	26.4
13.	2.6	4.6	18.3	26.3
14.	3.1	4.9	18.3	26.2
15.	3.5	5.3	18.3	26.1
16.	4.1	5.6	18.4	26.0
17.	4.4	6.0	18.5	25.8
18.	4.9	6.5	18.7	25.1
19.	5.1	6.8	18.6	25.4
20.	5.5	7.2	18.7	25.4
21.	5.8	7.5	18.7	25.4
22.	6.1	7.8	19.1	25.7

No	T1	T2	T3	T Lingkungan
23.	6.5	8.3	19.5	26.4
24.	7.0	8.8	20.2	26.8
25.	7.7	9.6	20.9	27.4
26.	8.7	10.5	21.7	28.0
27.	9.5	11.3	22.3	28.3
28.	11.5	13.2	23.9	29.4
29.	13.2	14.1	25.1	29.7
30.	14.7	16.2	25.9	29.7
31.	16.0	17.3	26.5	29.6
32.	17.9	19.0	27.1	29.9
33.	19.6	20.6	27.8	30.4
34.	21.1	21.9	28.5	30.5
35.	22.2	23.0	28.9	30.7
36.	23.4	24.0	29.3	30.8
37.	24.1	24.8	29.5	30.9
38.	25.0	25.5	29.8	31.0
39.	25.7	26.0	30.0	30.8
40.	26.2	26.6	30.1	30.4
41.	26.6	26.8	30.0	30.2
42.	27.0	27.1	29.9	30.1
43.	27.3	27.4	29.8	30.1
44.	27.4	27.5	29.7	30.1
45.	27.5	27.7	29.5	30.1
46.	27.6	27.8	29.5	30.1
47.	27.9	27.8	29.3	30.1
48.	28.0	28.1	29.3	30.1

Tabel 4.9 Perubahan Temperatur pada Kotak Pendingin Berinsulasi Campuran Sekam Padi dan Serat Bambu

No	T1	T2	T3	T Lingkungan
1.	5.8	2.6	25.0	28.4
2.	4.0	2.9	23.6	28.1
3.	3.3	3.0	22.8	28.1
4.	2.9	3.1	22.2	27.8
5.	2.8	4.1	21.9	27.8
6.	3.0	5.3	21.7	27.4
7.	3.4	6.0	21.6	27.3
8.	3.8	6.5	21.5	27.4
9.	4.3	7.0	21.5	27.3
10.	4.9	7.6	21.5	26.8

No	T1	T2	T3	T Lingkungan
11.	5.5	8.5	21.6	26.6
12.	6.3	9.0	21.7	26.4
13.	7.1	10.6	21.9	26.3
14.	8.3	11.5	22.1	26.2
15.	9.9	12.4	22.4	26.1
16.	11.4	13.5	22.8	26.0
17.	12.8	14.6	22.9	25.8
18.	14.3	15.8	23.2	25.1
19.	15.4	16.7	23.3	25.4
20.	16.2	17.4	23.4	25.4
21.	16.9	17.9	23.5	25.4
22.	17.6	18.5	23.7	25.7
23.	18.3	19.2	23.9	26.4
24.	18.9	19.8	24.3	26.8
25.	19.6	20.4	24.9	27.4
26.	20.1	20.9	25.2	28.0
27.	20.5	21.3	25.6	28.3
28.	21.3	22.2	26.4	29.4
29.	21.9	22.2	27.0	29.7
30.	22.5	23.3	27.4	29.7
31.	22.8	23.6	27.8	29.6
32.	23.4	24.2	28.1	29.9
33.	24.0	24.7	28.6	30.4
34.	24.5	25.2	28.8	30.5
35.	25.0	25.7	29.1	30.7
36.	25.4	26.1	29.4	30.8
37.	25.8	26.5	29.6	30.9
38.	26.2	26.8	29.7	31.0
39.	26.6	27.2	29.8	30.8
40.	26.9	27.5	29.9	30.4
41.	27.2	27.8	29.9	30.2
42.	27.6	28.0	29.8	30.1
43.	27.8	28.1	29.7	30.1
44.	27.8	28.2	29.6	30.1
45.	28.0	28.3	29.5	30.1
46.	28.2	28.4	29.4	30.1
47.	28.3	28.6	29.2	30.1
48.	28.4	28.6	29.1	30.1

keterangan :

T1 = Temperatur pada es basah.

T2 = Temperatur pada ikan.

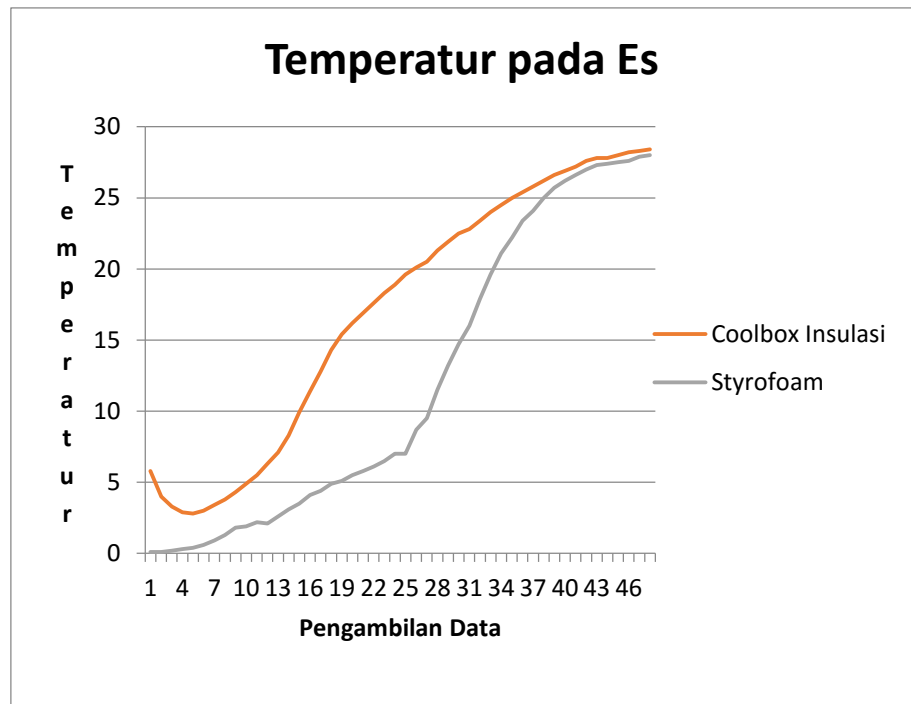
T3 = Temperatur dalam kotak pendingin.

Eksperimen yang akan dilakukan yaitu dengan mengisi kotak pendingin dengan es basah dan ikan tongkol, dengan perbandingan antara ikan dan es basah yang digunakan dalam percobaan ini adalah 1:5, dengan massa ikan sebesar 400 gram dan massa es basah sebesar 2000 gram. Pada kondisi perbandingan 1:5, seluruh badan ikan belum tertutup dengan es basah. Eksperimen dilakukan pada hari Sabtu tanggal 7 Juli 2018 dimulai pukul 19:50 Waktu Indonesia bagian Barat dan akan selesai pada hari Minggu tanggal 8 Juli 2018 pukul 19:50 Waktu Indonesia bagian Barat. Eksperimen dilakukan di depan Laboratorium Mesin Fluida (MMS), Departemen Teknik Sistem Perkapalan. Pada saat akan dilakukannya eksperimen kondisi lingkungan sekitar cerah dan berangin dengan temperatur rata-rata 29°C pada hari Sabtu, 7 Juli 2018.



Gambar 4.5. Kondisidi dalam coolbox setelah pengambilan data terakhir

Pada eksperimen ini, diambil 3 titik pengamatan untuk mengetahui tiga kondisi temperatur di dalam kotak pendingin. Titik pertama mengukur temperatur es basah di dalam kotak pendingin, titik kedua untuk mengukur temperatur dari ikan dilakukan dengan cara melubangi bagian ikan dan memasukkan termometer di dalamnya, dan titik ketiga berada digunakan untuk mengetahui temperatur di dalam ruang kotak pendingin.



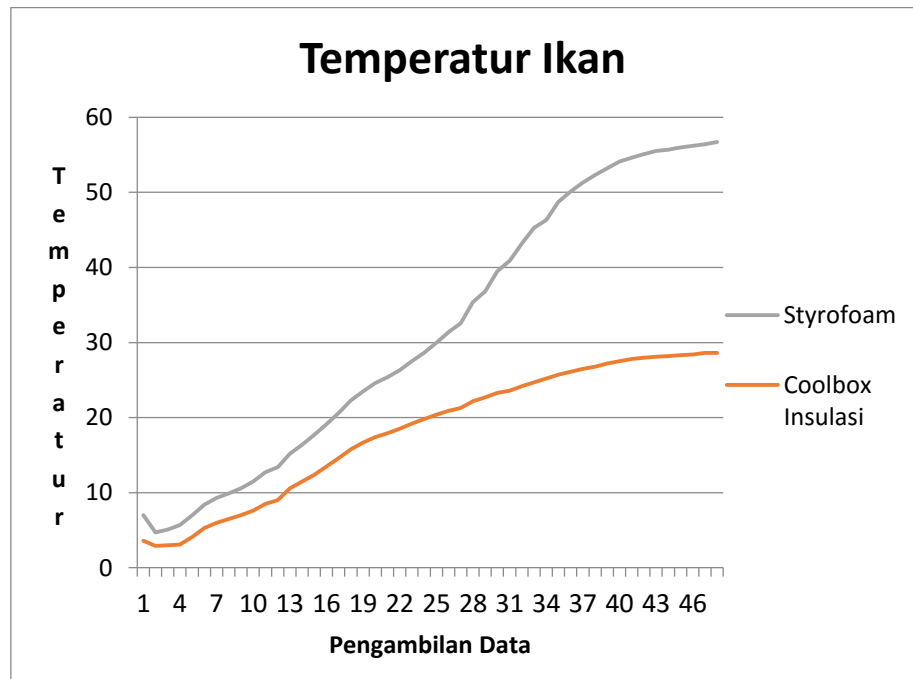
Grafik 4. 3. Perubahan Temperatur Es di Dalam Coolbox

Pengambilan data dilakukan setiap 30 menit sekali , pengambilan data temperature pada titik 1 dilakukan untuk melihat perubahan temperature es basah yang diletakkan di bagian bawah ikan. Dapat dilihat pada grafik 4.3., bentuk grafik pada colbox styrofoam dan coolbox insulasi serat bamboo dan sekam padi memiliki bentuk yang sama, namun pada coolbox dengan insulasi styrofoam memiliki kenaikan temperature yang cukup stabil, Untuk coolbox dengan insulasi sekam padi dan serat bamboo pad saat pengambilan data pertama hingga keempat, temperature pada coolbox meurun tajam dari kondisi awal coolbox 5,8°C menjadi 2,8 °C pada pengambilan data kelima yang merupakan temperature terendah yang dapat dicapai coolbox selama 24 jam. Selisih temperature dari kedua coolbox dapat dikatakan cukup tinggi dimana perbedaan temperature tertinggi berada pada pengambilan data ke 25.

Pada pengambilan data ke-38 kotak pendingin berinsulasi sekam padi dan serat bambu menunjukkan nilai temperatur yang hampir sama dengan kotak pendingin styrofoam dengan selisih sebesar 0,6°C. Kondisi ini terus berlanjut hingga pada pengambilan data ke 48, termometer pada kotak pendingin dengan insulasi sekam padi dan serat bambu masih menunjukkan temperatur es basah yang lebih tinggi dengan selisih 0,4 dengan kotak pendingin styrofoam.

Kesimpulan yang didapat dari pengambilan data temperature pada es basah di bawah badan ikan menunjukkan bahwa styrofoam lebih unggul

dari coolbox serat bamboo dan sekam padi karena dari 24 jam pengujian atau 48 kali pengambilan data , coolbox styrofoam selalu unggul dibanding coolbox sekam padi dan serat bamboo.



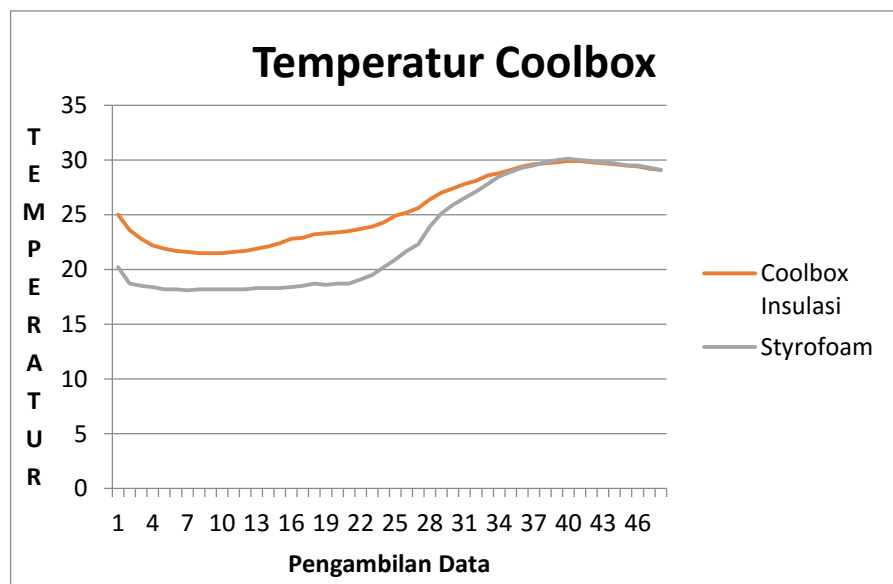
Grafik 4. 4. Perubahan Temperatur Ikan di Dalam Coolbox

Posisi titik pengamatan kedua mengukur temperatur badan ikan. Dalam eksperimen ini menggunakan ikan tongkol dengan massa 400 gram. Grafik 4.4. menunjukkan perubahan temperatur pada badan ikan. Dapat dilihat pada pengambilan data pertama ikan berada pada temperatur yang tidak rendah masih diatas 0°C. Pada kotak pendingin dengan insulasi sekam padi dan serat bambu temperatur awal adalah 2,6°C dan pada kotak pendingin dengan insulasi styrofoam sebesar 3,4°C.

Pada saat pengambilan data kedua atau pada menit ke 30, dapat dilihat terjadi kenaikan temperatur 0,3°C pada kotak pendingin dengan insulasi sekam padi dan serat bambu sedangkan terjadi penurunan sebesar 1,6°C pada kotak pendingin dengan insulasi styrofoam. Dengan keadaan akhir temperatur pada kotak pendingin dengan insulasi sekam padi dan serat bambu dengan nilai temperatur 28,6°C sedangkan pada kotak pendingin dengan insulasi Styrofoam sebesar 28,1°C dengan selisih sebesar 0,5°C. Dapat dilihat lebih cepatnya peningkatan temperatur pada coolbox dengan insulasi Styrofoam tidak membuat coolbox dengan insulasi sekam padi dan serat bambu lebih unggul. Tolok ukur yang digunakan dalam eksperimen ini untuk melihat perbandingan kedua kotak pendingin adalah waktu dalam

pengawetan ketika temperatur menunjukkan 20°C. Pada kotak pendingin dengan bahan insulasi sekam padi dan serat bambu, nilai temperatur 20°C ditunjukkan pada saat pengambilan data ke-26 atau pada saat pengamatan telah terjadi selama 15 jam. Sedangkan untuk kotak pendingin dengan insulasi styrofoam baru menunjukkan nilai 20,6 °C pada menit ke 960 atau 16 jam setelah pengamatan dilakukan yang sebelumnya 19°C pada menit ke 930.

Dari eksperimen telah dilakukan temperatur pada titik pengamatan kedua atau temperatur pada ikan, pada kotak pendingin dengan insulasi styrofoam lebih buruk dari pada kotak pendingin dengan insulasi sekam padi dan serat bambu dalam menjaga temperatur ikan. Karena dari keseluruhan pengambilandata coolbox styrofoam tidak bias menyaingi coolbox serat bamboo dan sekam pada seperti yang terlihat pada grafik 4.4.



Grafik 4. 5. Perubahan Temperatur Ruang Coolbox

Titik pengamatan ketiga untuk mengukur temperatur ruang coolbox. Grafik 4.5 diatas menunjukkan perubahan perubahan temperatur ruang kotak pendingin selama 24 jam masa pengamatan di dalam *coolbox* dengan insulasi sekam padi dan serat bambu dan di dalam kotak pendingin dengan insulasi styrofoam. Pada kotak pendingin dengan insulasi sekam padi dan serat bambu temperatur awal menunjukkan nilai sebesar 25°C dan pada kotak pendingin dengan insulasi styrofoam menunjukkan nilai sebesar 20,2°C. Temperatur kedua kotak pendingin dapat dilihat memiliki kesamaan yang cukup signifikan baik penurunan ataupun kenaikan temperatur.

Penurunan paling tinggi pada kotak pendingin dengan insulasi sekam padi dan serat bambu terjadi pada menit ke 30, yang mana terjadi penurunan suhu hingga $1,4^{\circ}\text{C}$ dimana es basah mulai mendinginkan ruang-ruang pada kotak pendingin. Sedangkan pada kotak pendingin dengan insulasi styrofoam juga terjadi penurunan yang sangat signifikan pada menit ke 30, dimana terjadi penurunan sebesar $1,5^{\circ}\text{C}$.

Dapat dilihat penurunan temperatur terus terjadi hingga pengambilan data ke 10, sehingga kedua kotak pendingin perlahan mengalami kenaikan temperatur pada menit ke 300 atau pada saat pengambilan data ke 11 hingga pengambilan data ke-40 kondisi berbanding terbalik keduanya mengalami penurunan pada pengambilan data ke-41 sampai ke-48, temperatur titik pengamatan ketiga pada kotak pendingin dengan insulasi sekam padi dan serat bambu lebih rendah daripada kotak pendingin dengan insulasi styrofoam sampai pada saat pengambilan data terakhir atau pengambilan data ke 48 dengan selisih sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$. Dari hasil keseluruhan pengambilan data temperatur pada titik ketiga atau temperatur ruang kotak pendingin, kotak pendingin dengan insulasi styrofoam lebih unggul daripada kotak pendingin dengan insulasi sekam padi dan serat bambu.

Eksperimen yang telah dilakukan dapat diketahui perubahan temperatur di beberapa titik di dalam kotak pendingin dengan bahan insulasi sekam padi dan serat bambu dan setelah diamati perbandingan mengenai perubahan suhu dan waktu dalam menjaga kondisi ikan tetap segar dengan kotak pendingin styrofoam, maka kotak pendingin dengan insulasi sekam padi dan serat bambu lebih baik daripada kotak pendingin dengan bahan insulasi styrofoam dalam pengawetan ikan. Dapat dilihat dari grafik di depan yaitu dari laju perubahan temperatur, kotak pendingin styrofoam mampu mempertahankan temperatur lebih baik dibanding kotak pendingin dengan insulasi sekam padi dan serat bambu. Setelah dilihat dari segala aspek secara umum pengamatan kotak pendingin dengan insulasi styrofoam lebih unggul dari kotak pendingin dengan insulasi sekam padi dan serat bambu.

Hal yang sangat berpengaruh dalam menjaga temperatur disini adalah konduktivitas termal. Konduktivitas termal dari bahan sangat memengaruhi proses perpindahan panas, konduktivitas termal dari insulasi insulasi sekam padi dan serat bambu yang digunakan pada kotak pendingin memiliki nilai sebesar $0,72 \text{ W/mK}$ sedangkan konduktivitas termal pada kotak pendingin styrofoam memiliki nilai sebesar $0,3 \text{ W/mK}$. Konduksi termal pada sekam padi berbahan perekat semen putih sebesar $0,746$, Abidin 2017. Dari ketiga bahan tersebut styrofoam memiliki nilai konduktivitas termal paling unggul jika dibandingkan dengan lainnya. Dapat ditarik kesimpulan bahwa styrofoam memiliki sifat isolator yang lebih baik dari pada campuran bahan insulasi sekam padi dan serat bambu.

Tabel 4.10 . Konduktivitas termal pada styrofoam

No	T (°K)	k
1	240	0,33
2	260	0,347
3	280	0,360
4	300	0,372
5	320	0,380
6	340	0,386
7	360	0,89
8	380	0,390
9	400	0,390
10	420	0,393
11	440	0,399
12	460	0,410
13	480	0,423
14	500	0,437
15	520	0,453
16	540	0,457

Pada pengujian spesimen di Laboratoum Perpindahan Panas-Departemen Teknik Mesin ITS menggunakan standar ASTM C 177 spesimen dipanaskan pada plat panas hingga pada temperatur 100°C. Setelah didapatkan hasil eksperimen kemudian dilakukan analisa data dan perhitungan didapatkan nilai konduktivitas termal pada temperatur 100°C adalah 0,72.

Sedangkan pada styrofoam pada suhu 100°C atau 473°K adalah 0,423 diambil dari nilai terdekat yaitu 480°K seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.10 yang telah sesuai standar ASTM C 177.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari eksperimen pembuat kotak pendingin dengan bahan insulasi campuran sekam padi dan serat bambu yang digunakan pada kapal nelayan tradisional dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kotak pendingin dengan bahan Insulasi campuran sekam padi dan serat bambu yang digunakan pada proses eksperimen memiliki kandungan 70gr sekam padi, 30gr serat bambu dan 70gr Resin. Setelah dilakukan pengujian konduktivitas termal insulasi, maka didapatkan hasil 0,72 W/mK. Bahan insulasi sekam padi dan serat bambu yang digunakan pada saat pembuatan kotak pendingin memiliki massa jenis sebesar 0,41 gr/cm³. Sedangkan pada kotak pendingin dengan insulasi sekam padi memiliki nilai konduktivitas termal 0,746 dan massa jenis 0,32 gr/cm³, Abidin 2017. Dapat dilihat kotak pendingin dengan insulasi sekam padi dan serat bambu memiliki nilai konduktivitas termal lebih baik dan memiliki struktur lebih kuat karena massa jenisnya lebih besar.
2. Sesuai hasil eksperimen pada kotak pendingin menunjukkan suhu 20°C pada saat pengambilan data ke 26 dimana kotak pendingin dengan bahan insulasi sekam padi dan serat bambu memiliki kemampuan dalam mengawetkan ikan selama 13 jam, dengan perbandingan yang digunakan antara berat ikan dan berat es basah sebesar 1:5.
3. Suhu terendah yang ditunjukkan kotak pendingin dengan bahan insulasi sekam padi dan serat bambu adalah 2,8°C berada pada titik pengamatan pertama atau di bawah permukaan es basah pada waktu 2 jam setelah ikan dan es basah dimasukkan di dalam kotak pendingin. Pada titik pengamatan kedua atau pada badan ikan, suhu terendah yang dapat dicapai adalah 2,9 °C yaitu pada 30 menit setelah ikan dan es basah dimasukkan dalam kotak pendingin. Sedangkan pada ruang dalam kotak pendingin atau titik pengamatan ketiga, suhu terendah yang ditunjukkan adalah 21,5 °C yaitu pada 3 jam 30 menit setelah ikan dan es basah dimasukkan dalam *coolbox*.

V.2. Saran

Berdasarkan dari hasil eksperimen yang telah dilakukan, penulis memberikan sarandemi kesempurnaan penelitian selanjutnya antara lain:

1. Melakukan modifikasi terhadap insulasi, yaitu dengan mengganti bahan dengan bahan yang memiliki konduktivitas termal rendah.
2. Serat bambu yang digunakan hendaknya diolah menjadi serbuk seluruhnya agar tidak terdapat banyak rongga pada insulasi.

3. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan cara penggunaan perekat lain yang lebih baik dari perekat yang dipakai penulis. Seperti menggunakan teknologi perekatan tanpa perekat atau disebut dengan nama *binderlessboard* dimana cara ini banyak digunakan dalam pembuatan papan partikel. Penelitian dengan metode ini telah dilakukan dengan menggunakan kenaf inti, ampas tebu, serat kelapa, rumput gajah dan spruce serta pinus. Teknologi perekatan tanpa perekat ini masih belum banyak berkembang di Indonesia. Dengan metode ini diharapkan nilai konduktivitas termal dari sekam padi tidak terpengaruh dengan adanya bahan perekat
4. Penelitian sebaiknya dilanjutkan dengan pengujian daya tahan komposit terhadap pelapukan dan jang. a waktu pemakaian.

Daftar Pustaka

- *Sondana, Agung, 2013, Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Dengan Teknologi Insulasi Vakum, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, Surabaya.*
- *Arbintrso, E.S, 2008, Kotak Penyimpam Dingin Dari Papan Partikel Padi, Fakultas Teknik Industri, IST AKPRIND, Yogyakarta.*
- *Hidayat, Mochamad, 2017, Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Campuran Polyurethane pada Insulasi Palka Kapal Ikan Tradisional, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS Surabaya.*
- *Abidin, Muhammad, 2017, Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Menggunakan Insulasi Dari Sekam Padi, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, Surabaya.*
- *Ono Suparno dan Roberto Danieli , 2017, ENZYMATIC HEMICELLULOSE REMOVAL OF BAMBOO FIBRE FORTHE BAMBOO FIBRE MANUFACTURING , Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor*
- *Sofyan Djamil dan Sobron Y Lubis, 2017, Kekuatan Tarik Komposit Matrik Polimer Berpenguat Serat AlamBambu Gigantochloa Apus Jenis Anyaman Diamond Braid dan Plain Weave, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara*
- *Nasution, P., Fitri, S, P., Semin. 2014. Karakteristik Sabut Kelapa Sebagai Insulator Palka Ikan, Berkala Perikanan Terubuk. Hal 82-92 ISSN 0126 – 4265*
- *Holman, J. P. 2010. “Heat Transfer”, Tenth Edition, McGraw-Hill, New York.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN



Gambar 1 Palka Kapal Ikan



Gambar 2 Kotak Pendingin Styrofoam



Gambar 3 Penimbangan Bahan Insulasi



Gambar 4 Penimbangan Spesimen dengan Bahan Perekat Resin



Gambar 5 Penimbangan Spesimen dengan Perekat PU



Gambar 6 Timbangan digital pada posisi 0



Gambar 7 Penimbangan Sekam Padi



Gambar 8 Pengujian Konduktivitas Termal

HASIL PENGAMBILAN DATA KONDUKSI

* NAMA: MUHAMMAD H. F.
 * NISWA: 90700 PERKAWALAN 774-475
 * TANGGAL: 22-03-2018
 * KULIAH: KIMIA DASAR

MATERI PENGAMPU	JENIS KONTAK TERBUKA (cm)	TANPA MASA (s)	JALUR II	TEMPERATUR TITIK (°C)				KONDUKTIVITAS TERMAL (mW/mK)
				T1	T2	T3	T4	
Bahan 90-20	100	220	2.5	82.64	80.20	77.42	78.32	2.03
PU 33-10	100	220	3.5	82.14	80.42	75.28	81.88	3.07
Pada 53-80	100	220	2.5	82.24	81.86	78.42	80.20	2.90
40 93 30	100	220	2.5	82.28	80.76	77.32	78.72	3.03
Bahan 75-20	100	220	2.5	84.48	82.96	84.82	83.2	3.72
PU 75-20	100	220	2.5	87.46	86.1	82.62	86.86	3.08

KETERANGAN (SK : SERAM PADI DAN SERAT BAWBU)

ASISTEN 1996
 AMIRU SATUL HADI

Gambar 9 Hasil Pengujian Konduktivitas Termal



*Gambar 10 Kotak Pendingin dengan Bahan Insulasi
Campuran Sekam Padi dan Serat Bambu*



Gambar 11 Ikan yang akan dijadikan bahan uji



Gambar 12 Semua Kotak Pendingin yang diuji



Gambar 13 Kondisi Kotak Pendingin Styrofoam



Gambar 14 Kondisi Kotak Pendingin Campuran Sekam Padi dan Serat Bambu

No.	T ₁	T ₂	T ₃	T lingkungan
1	1.1	2.6	26	
2	4.0	2.9	25.6	
3	2.5	3.0	22.8	
4	2.5	3.1	22.2	
5	2.8	4.1	21.5	
6	3	5.5	21.8	
7	3.4	6	21.6	
8	3.3	6.5	21.5	
9	4.5	7	21.5	
10	4.9	7.6	21.6	
11	8.2	8.8	21.6	
12	6.5	9.6	21.7	
13	7.1	10.4	21.5	
14	8.3	11.8	22.1	
15	8.8	12.4	22.4	
16	11.4	13.6	22.8	
17	12.8	14.6	22.8	
18	14.3	15.8	23.2	
19	15.4	16.7	23.5	
20	16.2	17.9	23.4	
21	16.3	17.5	23.2	
22	17.4	18.4	23.2	
23	17.4	18.4	23.2	
24	18.5	19.4	23.5	
25	18.5	20.4	23.4	
26	20.1	21.4	23.2	
27	20.4	22.3	23.4	
28	21.3	22.3	23.4	
29	21.3	23.3	23.4	
30	22.3	23.3	23.4	
31	22.3	23.6	23.8	
32	23.4	24.2	24.1	
33	24.10	24.3	24.2	
34	24.8	25.2	24.8	
35	25.0	25.7	24.7	
36	25.4	26.1	24.4	
37	26.10	26.5	24.6	
38	26.2	26.8	24.7	
39	26.6	27.2	24.8	
40	26.5	27.5	24.9	
41	27.2	27.8	24.9	
42	27.6	28	25.3	
43	27.8	28.1	25.7	
44	27.8	28.2	25.6	
45	28	28.3	25.5	
46	28.2	28.4	25.4	
47	28.3	28.5	25.2	
48	28.4	28.6	25.1	

Coolbox
Bambu + Sekam
No. 6

Gambar 15 Hasil Pengamatan Kotak Pendingin
Campuran Sekam Padi dan Serat Bambu

No.	T ₁	T ₂	T ₃	T _{tingkat}
1	0.1	3.4	20.2	28.4
2	0.1	1.8	18.7	28.1
3	0.2	2.1	18.5	28.1
4	0.4	2.4	18.4	27.9
5	0.4	2.0	18.2	27.8
6	0.6	2.1	18.2	27.9
7	0.7	3.3	18.1	27.5
8	1.3	2.4	18.2	27.9
9	1.8	2.6	18.2	27.3
10	1.9	3.3	18.2	26.8
11	2.2	3.2	18.3	26.4
12	2.1	3.4	18.2	26.9
13	2.4	3.6	18.3	26.3
14	3.1	3.0	18.3	26.2
15	3.6	3.2	18.3	26.1
16	3.1	3.4	18.0	26.0
17	4.4	2.0	18.5	25.8
18	4.4	2.8	19.0	25.1
19	5.1	2.8	18.4	25.4
20	5.6	2.2	18.7	25.4
21	5.8	3.3	18.7	25.9
22	6.1	2.8	18.1	25.7
23	6.4	2.8	17.8	25.4
24	7.3	3.4	17.5	25.2
25	7.7	3.4	17.5	25.0
26	7.5	3.4	17.5	24.7
27	7.5	3.4	17.5	24.7
28	7.5	3.4	17.5	24.5
29	7.5	3.4	17.5	24.3
30	7.7	3.4	17.5	24.3
31	8.0	3.4	17.5	24.6
32	7.5	3.4	17.1	24.8
33	8.0	2.6	17.0	24.9
34	8.1	2.8	17.5	24.5
35	8.2	2.8	17.5	24.5
36	8.2	2.8	17.5	24.7
37	8.1	2.8	17.5	24.8
38	8.1	2.8	17.5	24.8
39	8.1	2.8	17.5	24.8
40	8.2	2.6	17.1	24.4
41	2.6	2.8	20.0	27.2
42	2.7	2.1	20.8	26.8
43	2.3	2.4	20.4	27.0
44	2.3	2.5	20.5	27.4
45	2.3	2.7	20.5	27.5
46	2.3	2.7	20.5	27.5
47	2.3	2.7	20.5	27.5
48	2.3	2.7	20.5	27.5

Coolbox

Styrofoam

No. 1

T₁ = atasT₂ = tengahT₃ = bawah

Gambar 16 Hasil Pengamatan Kotak Pendingin Styrofoam



Gambar 17 Cetakan Spesimen Uji



Gambar 18 Proses Pengujian

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kediri, 19 Juni 1996. Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Kedungwaru, penulis melanjutkan pendidikan di S1 Teknik Sistem Perkapalan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Penulis mengambil konsentrasi di bidang Marine Machinery and System pada tingkat akhir atau saat pengerjaan skripsi. Penulis mengambil bidang keahlian *Marine Machinery and System* (MMS). Selama perkuliahan, penulis aktif dalam bidang akademis dan non akademis. Dalam bidang akademis, penulis aktif sebagai Grader Pipa Udara Praktikum Mesin Fluida DTSP FTK-ITS tahun ajaran semester genap 2017/2018. Dalam bidang non akademis, penulis aktif di SPE (*Society of Petroleum Engineer*) ITS SC

sejal tahun kedua perkuliahan hingga tahun keempat. Penulis juga pernah aktif di BEM its dan HIMASISKAL-FTK ITS. Untuk pengalaman praktik lapangan, penulis melakukan kerja praktek di PT. Dok Dan Perkapalan Surabaya selama 1 bulan dan di PT. YTL Jawa Power 1 bulan, dan juga Badan Teknologi Hidrodinamika selama satu bulan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”